

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-1
---	--	-------------------	-----------

2

9.1.3.3 СИСТЕМА ОХЛАЖДЕНИЯ БАССЕЙНА ВЫДЕРЖКИ (ФАК)

Дата	10.2013
Главный инженер проекта	И.М. Ивков
Нормоконтроль	А.А. Дмитриев
Проверил	К.М. Ильинский
Разработал	В.В. Андреев Е.И. Мезенин
Всего листов	26

СОДЕРЖАНИЕ

9.1.3.3.1 Проектные основы.....	2
9.1.3.3.1.1 Назначение и функции системы	2
9.1.3.3.1.2 Проектные режимы и исходные данные	4
9.1.3.3.1.3 Принципы проектирования	5
9.1.3.3.1.4 Требования к связанным системам.....	6
9.1.3.3.1.5 Требования к компоновке.....	7
9.1.3.3.2 Проект системы	8
9.1.3.3.2.1 Описание технологической схемы.....	8
9.1.3.3.2.2 Описание элементов.....	10
9.1.3.3.2.3 Арматура и трубопроводы.....	11
9.1.3.3.2.4 Описание использованных материалов.....	12
9.1.3.3.2.5 Размещение оборудования	12
9.1.3.3.2.6 Отключение системы	12
9.1.3.3.2.7 Управление и контроль работы системы	12
9.1.3.3.2.8 Испытания и проверки	18
9.1.3.3.3 Анализ проекта	19
9.1.3.3.3.1 Показатели надежности системы.....	19
9.1.3.3.3.2 Режимы нормальной эксплуатации	19
9.1.3.3.3.3 Режим плановой перегрузки-частичной выгрузки активной зоны.....	20
9.1.3.3.3.4 Режим плановой (полной) выгрузки активной зоны.	22
9.1.3.3.3.5 Нарушения нормальных условий эксплуатации и проектные аварии	25
9.1.3.3.3.6 Запроектные аварии	25
9.1.3.3.3.7 Оценка проекта	25
9.1.3.3.3.8 Сравнение с аналогичными проектами.....	26

LN2O.B.110.1.090103.01&&&.021.HE.0001_&_F=2

LN2O.B.110.1.090103.01&&&.021.HE.0001	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	125
---------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-2
---	--	-------------------	-----------

9.1.3.3.1 Проектные основы

9.1.3.3.1.1 Назначение и функции системы

Система охлаждения **бассейна выдержки** (ФАК) предназначена для:

- отвода остаточных тепловыделений от отработавших кассет, находящихся в **бассейне выдержки** во всех проектных режимах эксплуатации, а также в режимах проектных и запроектных аварий;

- контроля и поддержания радиационно-защитного слоя воды над топливными сборками в шахте реактора, **бассейне выдержки** и колодце перегрузки;

Кроме выполнения основных функций система ФАК предназначена для:

- заполнения и дренирования шахты реактора и **бассейна выдержки** во время проведения работ по перегрузке топлива;

- опорожнения шахты реактора, шахты ревизии ВКУ;

- опорожнения **бассейна выдержки** при проведении плановых работ, а также работ по ремонту облицовки **бассейна выдержки** и колодца перегрузки;

- трубопроводы системы ФАК используются для подачи воды от спринклерных насосов на заполнение шахты ревизии ВКУ во время проведения работ по перегрузке топлива;

- трубопроводы системы ФАК используются для подачи воды от спринклерных насосов на заполнение шахты ревизии ВКУ при запроектной аварии, связанной с расплавлением активной зоны реактора и выходом расплава за пределы корпуса реактора после восстановления САЭ.

- трубопроводы системы ФАК используются для подачи воды из системы LCU на подпитку **бассейна выдержки** при запроектной аварии с потерей всех источников электроснабжения переменным током на срок более 8 часов.

В соответствии ОПБ-88/97 система охлаждения **бассейна выдержки** ФАК по назначению является системой нормальной эксплуатации, по влиянию на безопасность - важной для безопасности.

Оборудование, трубопроводы и арматура системы ФАК относятся к третьему классу безопасности в соответствии с ОПБ-88/97, классификационное обозначение ЗН, к группе С по ПНАЭ Г-7-008-89 и первой категории сейсмостойкости по НП-031-01.

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.

Принципиальная схема системы ФАК и классификация представлены на рисунке 9.1.3.3.1.1.1

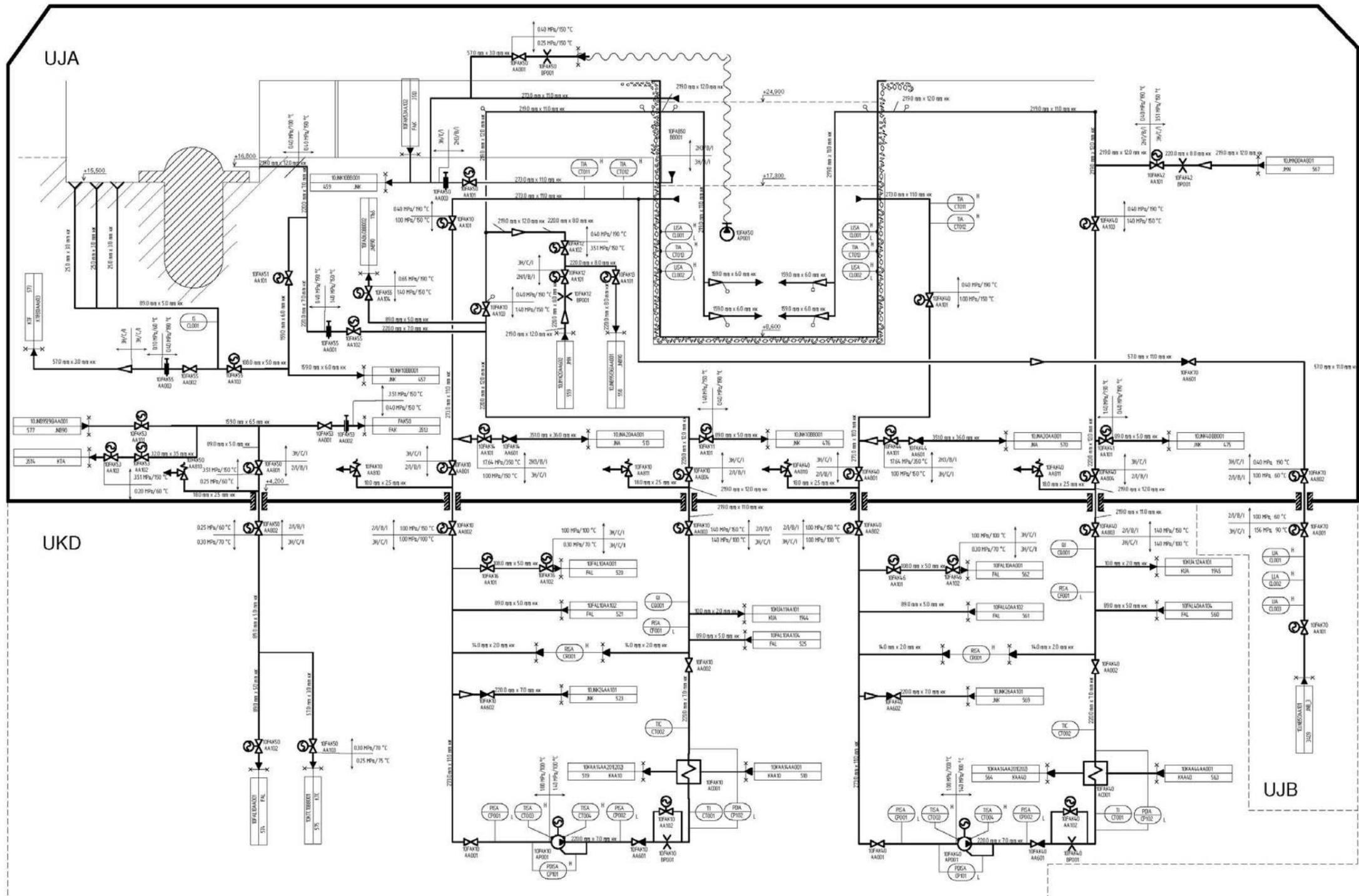


Рисунок 9.1.3.3.1.1-Принципиальная схема системы ФАК

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-4
---	--	-------------------	-----------

9.1.3.3.1.2 Проектные режимы и исходные данные

- 1 | В соответствии с требованиями /6/ при работе АЭС на мощности система должна отводить тепло в количестве не менее 3,75 МВт (с учетом 18-ти месячного топливного цикла) суммарно от:
- 81 сборки, выгруженной из реактора после тридцати суток с момента его останова;
 - 81 сборки после одного с половиной года выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после трех лет выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после четырех с половиной лет выдержки и так далее до девятилетней выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после 10,5 лет выдержки.
- 1 | В режимах плановой перегрузки-частичной выгрузки активной зоны система должна отводить тепло в количестве не менее 7,9 МВт (с учетом восемнадцатимесячного топливного цикла) суммарно от:
- 81 сборки, выгруженной из реактора после трех суток с момента его останова;
 - 81 сборки после одного с половиной года выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после трех лет выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после четырех с половиной лет выдержки и так далее до девятилетней выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после 10,5 лет выдержки.
- 1 | В режиме планового останова реактора на ППР, при полной выгрузке активной зоны, система должна отводить тепло в количестве 17 МВт (с учетом восемнадцатимесячного топливного цикла) суммарно от:
- 163 сборок, выгруженных из реактора после трех суток с момента его останова;
 - 81 сборки после одного с половиной года выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после трех лет выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после четырех с половиной лет выдержки и так далее до девятилетней выдержки в бассейне;
 - 21 сборки после 10,5 лет выдержки.
- При нарушении нормальных условий эксплуатации при аварийной выгрузке активной зоны система ФАК совместно с системами JMN, JNG, JNA должна отводить тепло в количестве не менее 19,5 МВт (с учетом восемнадцатимесячного топливного цикла) суммарно от:
- 163 сборок, выгруженных из реактора после трех суток с момента его останова;
 - 81 сборки выгруженной после тридцати суток выдержки с момента его останова;
 - 81 сборки после одного с половиной года выдержки в бассейне;
 - 81 сборки после трех лет выдержки и так далее до девятилетней выдержки в бассейне;
 - 21 сборки после 9 лет выдержки.
- 2 | Температура воды в бассейне выдержки не должна превышать:
- 50 °С – при работе АЭС на мощности и при плановой перегрузке топлива;
 - 60 °С - при полной выгрузке всех ТВС активной зоны в бассейн выдержки.
- Исходные данные
- 2 | Любой трубопровод, проходящий под слоем воды, должен быть оборудован пассивным прерывателем сифона, исключающим опорожнение бассейна выдержки. Трубные проходки в бассейне выдержки должны быть размещены таким образом, чтобы в случае разрыва трубы исключалась возможность опорожнения бассейна.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-5
---	--	-------------------	-----------

2 Должны быть исключены потери теплоносителя **бассейна выдержки**, приводящие к оголению ТВС.

Должен быть обеспечен резерв для каналов системы ФАК.

Системы, обеспечивающие качество и количество воды должны проектироваться таким образом, чтобы любая неисправность такой системы не могла привести к снижению проектного уровня воды в **бассейне выдержки** и, как следствие, к оголению топлива.

Должна быть обеспечена надежность оборудования систем управления для сигнализации об уровне воды в **бассейне выдержки** ниже установленной величины, при превышении допустимой температуры воды в бассейне или при высоком уровне радиации.

Должна быть предусмотрена соответствующая система подпитки для подачи теплоносителя в бассейн с расходом не менее 40 м³/час в режимах НУЭ, ННУЭ, ПА и при запроектных авариях связанных с потерей всех источников электроснабжения переменным током на срок более 8 часов. Подробное описание работы системы в режимах ЗПА представлено в документе «Учет событий на АЭС Fukushima в проекте ЛАЭС-2».

Система ФАК должна выдерживать кипение воды в **бассейне выдержки**.

2 Должны быть предусмотрены средства, предотвращающие потерю охлаждающей воды **бассейна выдержки** через смежные системы второй категории сейсмостойкости, в случае землетрясения с силой выше проектного (ПЗ).

Должен быть предусмотрен отбор проб воды бассейна из каждого канала охлаждения для контроля качества воды и необходимости ее очистки на системе FAL.

9.1.3.3.1.3 Принципы проектирования

Система ФАК должна быть спроектирована в соответствии со следующими нормативными документами:

- Правила безопасности при хранении и транспортировании ядерного топлива на объектах использования атомной энергии НП-061-05;

- Общие положения обеспечения безопасности атомных станций (ОПБ-88/97) НП-001-97;

2 - **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);

2 - **Требования к программам обеспечения качества для объектов использования атомной энергии НП 090-11;**

- Санитарные правила проектирования и эксплуатации атомных станций СП АС-03;

- Правила радиационной безопасности при эксплуатации атомных станций ПРБ АС-99.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-6
---	--	-------------------	-----------

9.1.3.3.1.4 Требования к связанным системам

Системы, от которых зависит работоспособность системы ФАК, должны быть спроектированы таким образом, чтобы обеспечить функции системы охлаждения **бассейна выдержки** во всех проектных режимах.

Система ФАК имеет связи со следующими системами:

- промконтуром системы охлаждения ответственных потребителей (КАА);
- системой хранения борированной воды (JNK);
- спринклерной системой защитной оболочки (JMN);
- системой очистки воды **бассейна выдержки** и воды баков хранения борированной воды (FAL);
- системой отвода остаточного тепла (JNA);
- система аварийного использования воды из шахты ревизии ВКУ (JNB90);
- системой пассивного отвода тепла через парогенераторы (JNB);
- системой сбора борсодержащих дренажей (KTC);
- системой спецканализации здания реактора (KTF);
- системой отбора проб установок спецводоочистки и вспомогательных систем реакторной установки (KUA);
- системой электроснабжения нормальной эксплуатации и аварийного электроснабжения;
- системой контроля и управления;
- системой вентиляции и охлаждения помещений здания безопасности (KLG).
- системой радиационного контроля (ФАК10(40)АА750)
- системой электроснабжения системы контроля и управления запроектной аварией (ЗПА).

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

- промконтур системы охлаждения ответственных потребителей (КАА);
- системы электроснабжения (электроснабжение нормальной эксплуатации и аварийное электроснабжение);
- системы контроля и управления;
- системы вентиляции и охлаждения помещений здания безопасности (KLG).

Промконтур системы ответственных потребителей КАА должен обеспечивать отвод тепла от теплообменников ФАК10(40)АС001 и JNG30(20)АС001,002 (с учетом восемнадцатимесячного топливного цикла):

- режим работы АЭС на мощности до 3,75 МВт;
- при частичной выгрузке активной зоны до 7,9 МВт;
- при полной выгрузке активной зоны с учетом десятилетней выдержки до 17 МВт;
- при аварийной выгрузке активной зоны не менее 19,5 МВт.

Отвод тепла в количестве 3,75 МВт должен осуществляться от одного теплообменника ФАК10(40)АС001.

Отвод тепла в количестве 7,9 МВт должен осуществляться от одного теплообменника ФАК10(40)АС001 или от двух теплообменников ФАК10АС001 и ФАК40АС001 или от теплообменников JNG30(20)АС001,002.

Отвод тепла в количестве 17 МВт должен осуществляться от двух теплообменников ФАК10АС001 и ФАК40АС001 или от одного теплообменника ФАК10(40)АС001 и теплообменников JNG30(20)АС001,002.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-7
---	--	-------------------	-----------

При аварийной выгрузке активной зоны отвод тепла не менее 19,5 МВт должен осуществляться от одного теплообменника ФАК10(40)АС001 и теплообменников JNG30(20)АС001,002.

Система электроснабжения должна обеспечивать электропитанием электроприводные компоненты системы во всех проектных режимах.

Локализирующая арматура системы ФАК, должны обеспечиваться электропитанием первой группы надежности системы аварийного электроснабжения (САЭ).

Активные элементы системы ФАК10,40 должны обеспечиваться электропитанием второй группы надежности системы аварийного электроснабжения (САЭ).

Активные элементы системы ФАК50 (переливные трубопроводы **бассейна выдержки**) должны обеспечиваться электропитанием второй группы надежности системы аварийного электроснабжения (САЭ).

2

Активные элементы системы ФАК50,51,53,55 (дренажи шахты реактора и шахт ревизии ВКУ), должны обеспечиваться электропитанием третьей группы надежности системы электроснабжения нормальной.

Активные элементы линии ФАК70 (аварийная подпитка **бассейна выдержки** при ЗПА), должны обеспечиваться электропитанием от системы электроснабжения системы контроля и управления запроектной аварией (ЗПА).

В качестве источника электропитания должны использоваться агрегаты бесперебойного питания седьмого канала электроснабжения и передвижной дизель – генератор, подключаемый к шине седьмого канала ЗПА.

Описание систем электроснабжения нормальной эксплуатации и аварийного электроснабжения представлено в главе 8 ПООБ.

Система контроля и управления - должна обеспечивать: автоматическое регулирование; логическое дискретное (автоматическое) управление (блокировки, пошаговые программы, АВР); 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 и т.д.

Описание системы управления и КИП представлено в главе 7 ПООБ.

Система вентиляции и охлаждения помещений здания безопасности UKD должна обеспечивать поддержание параметров окружающей среды, необходимых для работы оборудования системы.

9.1.3.3.1.5 Требования к компоновке

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

- сокращение до минимума технологических коммуникаций;
- оборудование каждого канала системы ФАК должно размещаться в отдельных, изолированных друг от друга 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;

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-8
---	--	-------------------	-----------

- 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 другого канала через системы вентиляции, строительные конструкции, транспортные пути, каналы охлаждающей воды и кабельные коммуникации;

- обеспечения безопасных условий эксплуатации для персонала.

9.1.3.3.2 Проект системы

9.1.3.3.2.1 Описание технологической схемы

Система состоит из двух одинаковых и полностью независимых один от другого каналов, каждый из которых включает в себя:

- насос ФАК10(40)АР001;
- теплообменник ФАК10(40)АС001;
- заборный и раздающие коллекторы;
- арматуру;
- трубопроводы.

Каждый канал системы ФАК осуществляет забор воды из верхних отметок **бассейна выдержки**. “Горячая” вода **бассейна выдержки** поступает на всас насосов ФАК и далее на теплообменники, где охлаждается промконтуром КАА до температуры 36 ± 40 °С и возвращается в **бассейн выдержки** через коллектор, установленный приблизительно на отметке нижних концов топливных сборок.

В качестве резервного (третьего) канала для охлаждения **бассейна выдержки** предусматривается использовать каналы JNG20, JNA20, JMN20 или JNG30, JNA30, JMN30, подключенные соответственно к каналам ФАК10 и ФАК40.

Забор воды из **бассейна выдержки** осуществляется из всасывающего трубопровода насоса ФАК (в пределах защитной оболочки). “Горячая” вода **бассейна выдержки** поступает на теплообменник JNG, где охлаждается водой промконтуром КАА и далее насосом системы JMN возвращается в напорный коллектор насоса ФАК (в пределах защитной оболочки). Подключение каналов систем JNG20,30, JNA20,30, JMN20,30 для охлаждения **бассейна выдержки** допускается только через трубопроводы на неработающем канале ФАК10 или ФАК40. Одновременная работа трех каналов ФАК10, ФАК40 и JNG20(30), JNA20(30), JMN20(30) не допускается.

В режиме работы АЭС на мощности и режимах частичной перегрузки активной зоны из реактора один канал ФАК10 или ФАК40 обеспечивает отвод тепла от **бассейна выдержки**.

В режимах полной и аварийной выгрузки активной зоны из реактора два канала ФАК10 и ФАК40 обеспечивают отвод тепла от **бассейна выдержки**. При неисправности одного из каналов ФАК10 или ФАК40 отвод тепла от **бассейна выдержки** обеспечивается одним каналом ФАК10(40) и одним каналом систем JNG20(30), JNA20(30), JMN20(30).

Теплообменник ФАК10(40)АС001 обеспечивает:

- съём тепла 3,75 МВт при поддержании температуры в **бассейне выдержки** 50 °С и температуре охлаждающей воды 33 °С;
- съём тепла 7,9 МВт при поддержании температуры в **бассейне выдержки** 60 °С и температуре охлаждающей воды 33 °С;
- съём тепла 9,75 МВт при поддержании температуры в **бассейне выдержки** 60 °С и температуре охлаждающей воды 33 °С.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-9
---	--	-------------------	-----------

2

Теплообменник JNG20(30)AC001 обеспечивает отвод тепла от **бассейна выдержки** не менее 10 МВт при поддержании температуры в **бассейне выдержки** 60 °С и температуре промконтура 33 °С.

В схеме системы ФАК предусмотренные трубопроводы ФАК50,51,53,55 обеспечивающие следующее:

- перелив **бассейна выдержки** выше отметки номинального уровня и выше отметки при перегрузке топлива;
- дренаж шахты реактора и дренаж шахт ревизии ВКУ. Сброс дренажа в зависимости от чистоты дренажной воды предусматривается в баки системы JNK, KTC, KTF;
- заполнение шахты реактора;
- отбор и возврат воды шахт ревизии ВКУ для очистки на фильтрах системы FAL и для подпитки шахт насосом системы FAL.

2

В схеме системы ФАК предусмотрена линия ФАК70 предназначенная для аварийной подпитки **бассейна выдержки** в режиме запроектной аварии с потерей всех источников электроснабжения переменным током на срок более 8 часов. Линия снабжена обратным клапаном, локализирующей и запорной арматурой. В режимах нормальной эксплуатации и при проектных авариях арматура на линии ФАК70 закрыта и на участке между ФАК70AA101 и ФАК70AA802 контролируется отсутствие среды. Подробное описание работы системы ФАК и линии ФАК70 в режиме ЗПА представлено в документе «Учет событий на АЭС Fukushima в проекте ЛАЭС-2».

Проходки через защитную оболочку всасывающих и напорных трубопроводов насосов системы ФАК имеют арматуру с электроприводом, как внутри, так и снаружи защитной оболочки.

Для защиты от переопрессовки локализирующей группы, между локализирующими арматурами (внутри защитной оболочки) установлены предохранительные клапаны ФАК10,40AA810,811 и ФАК50AA810.

Всасывающий трубопровод насоса ФАК имеет одну врезку внутри защитной оболочки - для отвода воды в систему отвода остаточного тепла (JNA), с последующим возвратом охлажденной воды спринклерным насосом JMN в напорный трубопровод насоса ФАК (в пределах защитной оболочки).

Схема системы ФАК, через трубопроводы ФАК10 и ФАК40, предусматривает также следующие связи:

2

- отбор и возврат воды **бассейна выдержки** для очистки на фильтрах системы FAL и для подпитки шахт насосом системы FAL;
- возврат насосом системы FAL в баки-приямки JNK10,40BB001 очищенной на фильтрах системы FAL воды баков-приямков;
- подачу на всас насосов ФАК борного раствора от баков-приямков JNK10,40BB001 для заполнения **бассейна выдержки**;
- заполнение шахт ревизии ВКУ в режиме перегрузки топлива насосом JMN20AP001 от баков-приямков JNK10,40BB001;
- отбора проб воды **бассейна выдержки** в систему химического контроля KUA;
- отбор воды **бассейна выдержки** на дозиметрический контроль.

Насос ФАК50AP001 не является стационарным и используется для полного опорожнения бассейна при инспекции (когда отработанное топливо удалено из бассейна).

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-10
---	--	-------------------	------------

9.1.3.3.2.2 Описание элементов

2	сталь	<u>Насос охлаждения бассейна выдержки ФАК10(40)АР001</u>	
		Насос предназначен для подачи охлаждающей воды в бассейн выдержки.	
		- Количество	2;
		- Тип	центробежный;
		- Расчетное давление, МПа	не менее 1,4 напор, не менее 1,0 всас;
		- Расчетная температура, °С	не менее 100;
		- Температура перекачиваемой среды, °С	от 20 до 60;
		- Производительность (номинальная), м ³ /ч	~ 360 и ~ 240;
		- Производительность (рабочий диапазон), м ³ /ч	от 160 до 380;
		- Напор (номинальный), м.в.ст.	~ 30 и ~ 40;
		- Напор (рабочий диапазон), м.в.ст.	от 41,5 до 25;
		- Допускаемый кавитационный запас, м	~ 5,0;
		- Мощность двигателя, кВт	~ 75;
		- Материал	коррозионностойкая
		<u>Насос дренажный бассейна выдержки ФАК50АР001</u>	
		- Количество	1;
		- Тип	погружной, центробежный;
		- Расчетное давление, МПа	не менее 0,5 напор, не менее 0,2 всас;
		- Расчетная температура, °С	не менее 60;
		- Температура перекачиваемой среды, °С	от 20 до 40;
		- Производительность, м ³ /ч	~ 16;
		- Напор, м.в.ст.	~ 35;
		- Мощность электронасоса, кВт	~ 4,0
		- Материал	коррозионностойкая сталь.
		<u>Теплообменник контура охлаждения бассейна выдержки ФАК10(40)АС001</u>	
2		- Количество	2;
		- Тип	пластинчатый;
		Со стороны воды бассейна выдержки:	
		- Среда	борный раствор;
		- Расход, т/ч	~ 360;
		- Расчетное давление, МПа	не менее 1,4;
		- Расчетная температура, °С	не менее 100;
		- Рабочая температура, °С:	
		1) на входе	от 40 до 60;
		2) на выходе	не более 40;
2		- Материал	коррозионностойкая
	сталь.	Со стороны охлаждающей воды:	
		- Среда	вода промконтура КАА;
		- Расход, т/ч	~ 360;

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-11
---	--	-------------------	------------

- Расчетное давление, МПа не менее 1,0;
- Расчетная температура, °С не менее 100;
- Рабочая температура, °С:
 - 1) на входе до 35;
 - 2) на выходе не более 60;
- Материал **коррозионностойкая**

сталь.

9.1.3.3.2.3 Арматура и трубопроводы

2

Арматура в системе ФАК отвечает требованиям НП-068-05.

Арматура выполнена из **коррозионностойкой** стали, все соединения с трубопроводами сварные.

Трубопроводы системы ФАК отвечают требованиям ПНАЭ Г-7-008-89.

Материал трубопроводов - **коррозионностойкая** сталь. Соединения сварные.

Применяется следующий сортамент трубопроводов низкого давления согласно СТО 79814898 109-2009:

Ду, мм	Дн x S, мм
300	351x36
250	273x11
250	273x20
200	220x7
200	219x11
200	219x20
150	159x6
100	108x5
80	89x5
50	57x3
25	32x3,5
20	25x3
15	18x2.5
10	14x2

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

Ду, мм	Дн x S, мм
300	351 x36
200	220x8
200	219x12
150	159 x6.5
80	89x5
50	57x4
25	32x3,5

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-12
---	--	-------------------	------------

9.1.3.3.2.4 Описание использованных материалов

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

Условия окружающей среды для оборудования, расположенного в герметичной оболочке, представлены в разделе 9.7 ПООБ.

2 | В качестве основного материала трубопроводов, оборудования, арматуры в системе ФАК принята **коррозионностойкая** сталь.

9.1.3.3.2.5 Размещение оборудования

Оборудование системы ФАК – насосы, теплообменники, а так же арматура и трубопроводы в обвязке насосов и теплообменников, размещены в помещениях здания безопасности. Каждый канал в отдельном помещении изолирован один от другого огнестойкими физическими барьерами. Часть системы ФАК – трубопроводы и арматура размещены в пределах защитной оболочки.

Трубопроводы подачи и слива воды ФАК здания реактора трассируются в разных частях здания, 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 ФАК выполнена таким образом, что отказы в других системах нормальной эксплуатации не приводит к нарушениям в работе системы, а также отказ одного канала системы не приводит к отказу другого канала через системы вентиляции, строительные конструкции, транспортные пути, каналы охлаждающей воды и кабельные коммуникации.

Места установки оборудования системы ФАК представлены в таблице 9.1.3.3.2.5.1.

Таблица 9.1.3.3.2.5.1-Места установки оборудования

Оборудование	Помещение	Отметка установки
ФАК10АР001	UKD98110	Минус 8.00
ФАК40АР001	UKD98410	Минус 8.00
ФАК10АС001	UKD00111	0.00
ФАК40АС001	UKD00411	0.00

9.1.3.3.2.6 Отключение системы

2 | Отключение контура циркуляции охлаждающей воды **бассейна выдержки** может быть осуществлено только при условии отсутствия топлива в бассейне выдержки.

9.1.3.3.2.7 Управление и контроль работы системы

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

LN2O.B.110.1.090103.01&&&.021.НЕ.0001	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	136
---------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-13
---	--	-------------------	------------

- 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 защиты оборудования;
- обеспечение резервного управления элементами необходимыми для выполнения функций отвода тепла от **бассейна выдержки**.

Точки контроля

Основные точки технологического контроля в системе ФАК:

- температура воды до и после теплообменника ФАК;
- температура воды в **бассейне выдержки**;
- расход воды;
- давление на всасе насосов ФАК;
- давление на напоре насосов ФАК;
- концентрация борной кислоты в теплоносителе **бассейна выдержки**;
- радиационный контроль каналов ФАК;
- уровень воды в **бассейне выдержки**;
- контроль наличия воды в шахте реактора;
- контроль наличия воды в трубопроводе линии ФАК70.

Перечень контролируемых параметров в виде таблицы будет представлен в ПРООБ после разработки рабочей документации.

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.

Требования к контрольно-измерительной аппаратуре, информация о резервировании датчиков, а также связь с управляющими системами подробно изложены в разделе 7.2 ПООБ.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-14
---	--	-------------------	------------

Перечень защит и блокировок

Перечень защит и блокировок представлен в таблице 9.1.3.3.2.7.1.

Таблица 9.1.3.3.2.7.1-Перечень защит, блокировок и действий оператора

Оборудование	Описание защит и блокировок
Насос охлаждения бассейна выдержки ФАК10АР001 ФАК40АР001	Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически. Насос одного канала системы включается оператором до начала первой перегрузки реактора. Разрешение на включение насоса: - давление на всасе больше минимума; - уровень воды в бассейне выдержки выше минимума. Отключение защитой по любому из сигналов: - давление на всасе меньше минимума; - уровень в бассейне выдержки ниже минимума; - расход после насоса меньше минимума с выдержкой времени; - давление на напоре насоса меньше минимума с выдержкой времени; - температура 1-го или 2-го подшипника больше максимума; - температура 3-го или 4-го подшипника больше максимума; - температура обмотки статора электродвигателя больше максимума.
Насос дренажный бассейна выдержки ФАК50АР001	Насос управляется по месту.
Запорная арматура на линии отвода воды из нижнего коллектора бассейна выдержки ФАК10АА101 ФАК40АА101	Нормально открыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически закрывается при уровне в бассейне выдержки меньше минимума.
Запорная арматура на напоре насоса ФАК10(40)АР001 ФАК10АА102 ФАК40АА102	Нормально открыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.

2

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-15
---	--	-------------------	------------

Продолжение таблицы 9.1.3.3.2.7.1

2

Оборудование	Описание защит и блокировок
Запорная арматура на возврате воды в бассейн выдержки ФАК10АА103 ФАК40АА103	Нормально открыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.
Запорная арматура отсечной на линии подачи воды бассейна выдержки в систему JNA ФАК14АА101 ФАК44АА101	Нормально закрыта. Открыт при подключении “своих” каналов системы JMN20(30). Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически. Автоматически закрывается по сигналам защиты станции.
Запорная арматура на линии подачи воды в бассейн выдержки от системы JMN ФАК12АА101 ФАК12АА102 ФАК42АА101	Нормально закрыта. Открыт при подключении “своих” каналов системы JMN20(30). Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически. Автоматически закрывается по сигналам защиты станции.
Запорная арматура на трубопроводе подачи воды в систему FAL ФАК16АА101 ФАК16АА102 ФАК46АА101 ФАК46АА102	Нормально закрыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически. Автоматически закрывается по сигналам землетрясения и аварийным сигналам защиты станции.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-16
---	--	-------------------	------------

Продолжение таблицы 9.1.3.3.2.7.1

Оборудование	Описание защит и блокировок
Локализирующая арматура на трубопроводе всаса насосов ФАК10(40)АР001 ФАК10АА801 ФАК10АА802 ФАК40АА801 ФАК40АА802	Нормально открыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления.
Локализирующая арматура на напоре насосов ФАК10(40)АР001 ФАК10АА803 ФАК40АА803 ФАК10АА804 ФАК40АА804	Нормально открыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления.
Запорная арматура на трубопроводе заполнения шахты реактора ФАК55АА102	Нормально закрыта. Управляется дистанционно с БПУ/РПУ. При работе реактора на мощности схема электропитания разобрана.
Запорная арматура на трубопроводе заполнения шахты ревизии ВКУ ФАК13АА101	Нормально закрыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления. Автоматически закрывается по сигналам защиты станции.
Запорная арматура на трубопроводе дренажа в гермозоне ФАК50АА101 ФАК53АА101 ФАК55АА103	Нормально открыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-17
---	--	-------------------	------------

Продолжение таблицы 9.1.3.3.2.7.1

Оборудование	Описание защит и блокировок
Запорная арматура на трубопроводе дренажа в бак JNK10BB001 FAK51AA101	Нормально закрыта. Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и автоматически.
Запорная арматура на трубопроводе дренажа в бак KTC10BB001 FAK50AA103	Нормально закрыта. Управляется дистанционно с БПУ/РПУ.
Запорная арматура на трубопроводе возврата очищенной воды от системы FAL в шахты ревизии ВКУ FAK55AA104	Нормально закрыта. Управляется дистанционно с БПУ/РПУ.
Запорная арматура на трубопроводе возврата очищенной воды от системы FAL в баки-приямки JNK10,40BB001 FAK11AA101 FAK41AA101	Нормально закрыта. Управляется дистанционно с БПУ/РПУ.
Запорная арматура на трубопроводе дренажа в систему FAL FAK50AA102	Нормально закрыта. Управляется дистанционно с БПУ/РПУ.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-18
---	--	-------------------	------------

Продолжение таблицы 9.1.3.3.2.7.1

Оборудование	Описание защит и блокировок
Локализирующая арматура на трубопроводе дренажа ФАК50АА801 ФАК50АА802	Нормально открыта. Управляются дистанционно с БПУ/РПУ, с панели резервного управления и автоматически. Автоматически закрывается по сигналам защиты станции.
Локализирующая арматура на трубопроводе аварийной подпитки бассейна выдержки ФАК70АА801 ФАК70АА802	Нормально закрыта. Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с панели резервного управления.
Запорная арматура на трубопроводе аварийной подпитки бассейна выдержки ФАК70АА101	Нормально закрыта. Управляется дистанционно с БПУ/РПУ и с панели резервного управления.

Пределы и условия безопасной эксплуатации, эксплуатационные пределы

Эксплуатационные пределы и пределы безопасной эксплуатации системы ФАК приведены в главе 16 ПООБ.

Действия оператора

В случае отказов защит и блокировок оператор имеет возможность, контролируя значения технологического параметра по которому сработала отказавшая защита или блокировка, дистанционно воздействовать на требуемый исполнительный механизм.

9.1.3.3.2.8 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 ПНАЭ Г-7-008-89.

LN2O.B.110.1.090103.01&&&.021.HE.0001	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	142
---------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-19
---	--	-------------------	------------

Перед пуском станции проводится полная серия испытаний ФАК для проверки того, что достигнута проектная техническая характеристика системы и ее компонентов. Программа пусконаладочных работ по системе ФАК будет представлена в главе 14 ОООб.

Эксплуатационный контроль системы и ее элементов производится в соответствии с заводскими инструкциями по эксплуатации примененного в проекте оборудования и технологическим регламентом.

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

9.1.3.3.3 Анализ проекта

9.1.3.3.3.1 Показатели надежности системы

Система ФАК является системой нормальной эксплуатации. Проект системы и конструкция отдельных ее элементов отвечает требованиям нормативной документации по безопасности АЭС.

Показателем надежности системы является вероятность невыполнения системой заданных функций.

Система ФАК состоит из двух каналов ФАК10 и ФАК40.

Для выполнения функций охлаждения **бассейна выдержки** предусмотрено резервирование системы ФАК10(40) через систему JMN30(20), JNA30(20), JNG30(20).

Для выполнения функций охлаждения **бассейна выдержки** в режиме работы АЭС на мощности достаточно работы одного канала ФАК. Для выполнения функции охлаждения **бассейна выдержки** в режиме плановой перегрузки достаточно работы двух каналов ФАК. В режимах полной и аварийной выгрузки активной зоны в **бассейн выдержки** достаточно работы двух каналов ФАК. При неисправности одного из каналов ФАК охлаждение **бассейна выдержки** обеспечивается работой одного канала ФАК10(40) и одного канала JMN/JNG30(20).

При работе АЭС на мощности один канал ФАК10(40) постоянно находится в работе, периодические переключения с рабочего канала на резервный, а также периодический контроль элементов систем JNG30(20), JNA30(20), JMN30(20) позволяют обеспечивать постоянный контроль готовности элементов.

Таким образом, отказ активных элементов системы не приводит к отказу выполнения функций охлаждения **бассейна выдержки**.

Отказом канала системы является событие, когда при возникновении исходного события, требующего работы системы, охлаждающая вода не подается по данному каналу к **бассейну выдержки** с требуемым расходом и не обеспечивается отвод тепла от отработавшего топлива в **бассейне выдержки**.

При отказе обеспечивающих систем - электропитания, управления, вентиляции, охлаждения КАА - происходит отказ соответствующего канала ФАК.

Под полным отказом системы охлаждения **бассейна выдержки** понимается отказ двух каналов ФАК и двух каналов JNG30,20, JNA30,20, JMN30,20.

9.1.3.3.3.2 Режимы нормальной эксплуатации

Режим пуска

В режиме пуска осуществляется подготовка системы к эксплуатации. Первоначальное заполнение системы ведется водой с концентрацией борной кислоты 16 ± 20 г/кг от баков-приямков JNK10,40BB001 насосами ФАК10,40AP001.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-20
---	--	-------------------	------------

Работа АЭС на мощности

Работает один канал системы ФАК10 или ФАК40.

Вода подается на всас насоса из коллектора, расположенного по периметру (в плане) на верхних отметках **бассейна выдержки** и направляется в теплообменник ФАК10(40)АС001 где охлаждается системой промконтур КАА. Вода, охлажденная в теплообменнике, подается в нижнюю часть **бассейна выдержки** через коллектора.

При отклонениях качества воды в **бассейне выдержки** вода может подаваться на очистку в систему FAL. В случае протечек, возникающих в результате нарушения плотности бассейна, оттуда же осуществляется подпитка с расходом до 40 м³/час насосами системы FAL (из баков-прямоков JNK10,40BB001).

Периодически (раз в месяц) производится переключение работы рабочего канала на резервный.

При отказе одного из каналов системы ФАК, оператор переключает охлаждение **бассейна выдержки** на второй канал ФАК или может использовать один из каналов системы JNA20(30), JMN20(30), JNG20(30).

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

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

9.1.3.3.3 Режим плановой перегрузки-частичной выгрузки активной зоны

Исходное состояние:

- реакторная установка находится в «холодном» состоянии;
- отвод остаточных тепловыделений от ядерного топлива в реакторной установки осуществляется системой JNG/JNA;
- отвод остаточных тепловыделений от ядерного топлива, находящимся в **бассейне выдержки**, осуществляется одним из каналов системы ФАК (перед началом операций по перегрузке топлива в работу включается второй канал ФАК или канал отвода тепла систем JNG20(30), JNA20(30), JMN20(30);
- операции по перегрузке отработанного топлива в колодец перегрузки и отправка его за пределы защитной оболочки осуществляется либо перед, либо после работ по перегрузке топлива в реактор;
- трубопроводы **бассейна выдержки** могут инспектироваться тогда, когда все топливо удалено из бассейна и бассейн опорожнен с помощью погружного насоса ФАК50АР001;
- шахтный объем реактора «сухой»;
- произведен демонтаж воздухопроводов системы охлаждения СУЗ;
- произведен съём плиты блока электроразводок, блока теплоизоляции, верхнего блока и уплотнений с блока защитных труб;
- произведен съём гидрозатвора между шахтой реактора и помещением шахты ревизии ВКУ;
- гидрозатвор между шахтой реактора и **бассейном выдержки** установлен.

Операции:

9.1.3.3.3.1 Платформа для транспортировки БЗТ устанавливается на корпус реактора. Производится отрыв и подъем БЗТ на 200 мм.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-21
---	--	-------------------	------------

9.1.3.3.3.2 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ на высоту порядка шести метров. Заполнение может осуществляться:

- спринклерными насосом JMN20AP001 по линии: баки-приямки хранения борированной воды JNK10,40BB001, спринклерный насос JMN20AP001, трубопроводы системы JMN, трубопроводы и арматуру системы ФАК (ФАК12АА101, ФАК12АА102), трубопроводы системы JNB, колодцы шахты ревизии ВКУ;

- или насосом охлаждения **бассейна выдержки** ФАК10(40)AP001 по линии: баки-приямки хранения борированной воды JNK10,40BB001, трубопроводы системы JNK, насос ФАК10(40)AP001, теплообменник ФАК10(40)AC001, арматура ФАК55АА102, шахта реактора.

9.1.3.3.3.3 Производится подъем БЗТ из корпуса реактора на высоту порядка 6 метров.

9.1.3.3.3.4 Заполняются борированной водой шахтный объема реактора и помещения шахт ревизии ВКУ до отметки, соответствующей уровню воды при перегрузке. Порядок заполнения описан в 9.1.3.3.3.2.

9.1.3.3.3.5 Производится подъем платформы для транспортировки БЗТ с закрепленным на нем БЗТ до отметки, необходимой для транспортировки её к колодцу, после чего БЗТ транспортируется к шахте ревизии ВКУ и, после выхода на её координаты, опускается на глубину порядка шести метров.

9.1.3.3.3.6 Дренируется вода в помещении шахты ревизии ВКУ и шахтном объеме реактора на 6 метров. Дренажное осуществляется по линиям:

- шахта ревизии ВКУ - трубопроводы системы JNB – дренажная линия ФАК50 с арматурой ФАК53АА601, ФАК53АА101 – дренажные линии с арматурой ФАК51АА101 – баки-приямки JNK10,40BB001;

- или по трубопроводу перелива шахт ревизии ВКУ с арматурой JNB92АА101 - баки-приямки JNK10,40BB001;

- или по линии - шахтный объем реактора – арматура ФАК55АА601, ФАК55АА101 – арматура ФАК51АА101 – баки-приямки JNK10,40BB001.

9.1.3.3.3.7 БЗТ опускается в колодец ревизии.

9.1.3.3.3.8 Производится полное опорожнение шахтного объема реактора и помещения шахты ревизии ВКУ до отметки пола. БЗТ опускается в колодец ревизии. Дренажное осуществляется по линиям:

- шахта ревизии ВКУ - трубопроводы системы JNB – дренажная линия ФАК50 с арматурой ФАК53АА601, ФАК53АА101 – дренажные линии с арматурой ФАК51АА101 – баки-приямки JNK10,40BB001;

- или по трубопроводу перелива шахт ревизии ВКУ с арматурой JNB92АА101 - баки-приямки JNK10,40BB001;

- или по линии - шахтный объем реактора – арматура ФАК55АА601, ФАК55АА101 – арматура ФАК51АА101 – баки-приямки JNK10,40BB001.

При значительном отклонении качества воды в шахтном объеме реактора от проектного, его опорожнение частично осуществляется в бак КТФ60ВВ001 через линию с арматурой ФАК55АА103 и поворотной заглушкой ФАК55АА003.

9.1.3.3.3.9 Устанавливается гидрозатвор между шахтным объемом реактора и помещением шахты ревизии ВКУ.

9.1.3.3.3.10 Снимается гидрозатвор между шахтным объемом реактора и **бассейном выдержки**.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-22
---	--	-------------------	------------

9.1.3.3.3.3.11 Заполняется борированной водой шахтный объем реактора и **бассейн выдержки** до уровня, достаточного для перегрузки топлива. Заполнение осуществляется по линиям:

- баки-приямки JNK10,40BB001, насос FAK10AP001, теплообменник FAK10AC001, арматура FAK55AA102, шахта реактора;
- баки-приямки JNK10,40BB001, насос JMN20AP001, арматура FAK12AA101 FAK12AA102 и **бассейне выдержки**.

9.1.3.3.3.3.12 Производятся работы по перегрузке ядерного топлива.

2 9.1.3.3.3.3.13 Полностью дренируется шахтный объем реактора, а **бассейн выдержки** до номинального уровня. Дренаживание шахты реактора осуществляется по линии: шахтный объем реактора – арматура FAK55AA601, FAK55AA101 – арматура FAK51AA101– баки-приямки JNK10,40BB001. Дренаживание **бассейна выдержки** осуществляется через нижний перелив **бассейна выдержки** по линии: **бассейн выдержки** – арматура FAK50AA101 – баки-приямки JNK10,40BB001.

При значительном отклонении качества воды в шахтном объеме реактора от проектного, его опорожнение частично осуществляется в бак KTF60BB001 через линию с арматурой FAK55AA103 и поворотной заглушкой FAK55AA003.

9.1.3.3.3.3.14 Снимается гидрозатвор между шахтным объемом реактора и помещением шахты ревизии ВКУ, устанавливается гидрозатвор между шахтой реактора и **бассейном выдержки**;

9.1.3.3.3.3.15 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ на высоту порядка трехметров. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.3.2.

9.1.3.3.3.3.16- Производится подъем БЗТ до верхнего уровня воды по 9.1.3.3.3.3.3.

9.1.3.3.3.3.17 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ до отметки, соответствующей уровню воды при перегрузке. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.3.2.

9.1.3.3.3.3.18 Производится подъем БЗТ до отметки, необходимой для транспортировки её из колодца, после чего БЗТ транспортируется к реактору, устанавливается над ним и опускается на глубину порядка шести метров.

9.1.3.3.3.3.19 Дренируется вода в помещении шахты ревизии ВКУ и шахтном объеме реактора на 6 метров. Порядок дренаживания представлен в 9.1.3.3.3.3.6.

9.1.3.3.3.3.20 БЗТ опускается в реактор.

9.1.3.3.3.3.21 Производится полное опорожнение шахтного объема реактора и помещения шахты ревизии ВКУ до отметки пола. Порядок дренаживания представлен в 9.1.3.3.3.3.8.

9.1.3.3.3.3.22 Устанавливается гидрозатвор между шахтным объемом реактора и помещением шахт ревизии ВКУ.

9.1.3.3.3.4 Режим плановой (полной) выгрузки активной зоны.

Исходное состояние:

- реакторная установка находится в «холодном» состоянии;
- отвод остаточных тепловыделений от ядерного топлива в реакторной установки осуществляется системой JNG/JNA;
- отвод остаточных тепловыделений от ядерного топлива в **бассейне выдержки** осуществляется одним из каналов системы FAK;

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-23
---	--	-------------------	------------

- операции по перегрузки отработанного топлива в колодец перегрузки и отправка его за пределы защитной оболочки осуществляется либо перед, либо после работ по перегрузке топлива в реактор;

2 | - трубопроводы **бассейна выдержки** могут инспектироваться тогда, когда все топливо удалено из бассейна и бассейн опорожнен с помощью погружного насоса ФАК50АР001;

- шахтный объем реактора «сухой»;

- произведен демонтаж воздухопроводов системы охлаждения СУЗ;

- произведен съем плиты блока электроразводок, блока теплоизоляции, верхнего блока и уплотнений с блока защитных труб;

- произведен съем гидрозатвора между шахтой реактора и помещением шахты ревизии ВКУ.

Операции:

9.1.3.3.3.4.1 Выполняются операции от 9.1.3.3.3.3.1 до 9.1.3.3.3.3.11.

2 | 9.1.3.3.3.4.2 Производится полная выгрузка активной зоны реактора. При этом для отвода остаточных тепловыделений от ядерного топлива в **бассейне выдержки**, дополнительно к одному работающему каналу системы ФАК10(40) подключается второй канал ФАК40(10) или канал системы JNG30(20), JNA30(20), JMN30(20).

9.1.3.3.3.4.3 Дренируется верхний объем **бассейна выдержки** и шахтный объем реактора по 9.1.3.3.3.3.13.

9.1.3.3.3.4.4 Устанавливаются на место гидрозатвор между шахтным объемом реактора и **бассейном выдержки**.

9.1.3.3.3.4.5 Снимается гидрозатвор между шахтным объемом реактора и помещением шахты ревизии ВКУ.

9.1.3.3.3.4.6 Крюк крана сцепляется с платформой для транспортировки и БЗТ поднимается из колодца ревизии до отметки, обеспечивающей биозащиту по воде.

9.1.3.3.3.4.7 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ на высоту порядка трех метров. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.3.2.

9.1.3.3.3.4.8 Производится подъем БЗТ до верхнего уровня воды по 9.1.3.3.3.3.3 и БЗТ устанавливается на проставку по верхнему кольцу.

9.1.3.3.3.4.9 Полностью дренируется шахтный объем реактора и помещение шахты ревизии ВКУ. Порядок дренирования представлен в 9.1.3.3.3.3.8.

9.1.3.3.3.4.10 На корпус реактора устанавливается приспособление для транспортировки шахты ВКУ и производится сцепление его с шахтой.

9.1.3.3.3.4.11 Производится отрыв и подъем шахты ВКУ на 200 мм.

9.1.3.3.3.4.12 Производится подъем шахты ВКУ на высоту порядка трех метров.

9.1.3.3.3.4.13 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ на высоту порядка трех метров. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.3.2.

9.1.3.3.3.4.14 Производится подъем шахты ВКУ до верхнего уровня воды по 9.1.3.3.3.3.3.

9.1.3.3.3.4.15 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ на высоту порядка трех метров. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.3.2.

9.1.3.3.3.4.16 Производится подъем шахты ВКУ до верхнего уровня воды по 9.1.3.3.3.3.3.

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-24
---	--	-------------------	------------

9.1.3.3.3.4.17 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ до отметки, соответствующей уровню воды при перегрузке. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.4.

9.1.3.3.3.4.18 Производится подъем шахты ВКУ до отметки, необходимой для транспортировки её из колодца, после чего шахта ВКУ транспортируется к колодцу, устанавливается над ним и опускается на глубину порядка трех метров.

9.1.3.3.3.4.19 Дренируется вода в помещении шахты ревизии ВКУ и шахтном объеме реактора на три метра. Порядок дренирования представлен в 9.1.3.3.3.6.

9.1.3.3.3.4.20 Шахта ВКУ опускается на колодец ревизии.

9.1.3.3.3.4.21 Производится полное опорожнение шахтного объема реактора и помещения шахты ревизии ВКУ до отметки пола. Порядок дренирования представлен в 9.1.3.3.3.8.

9.1.3.3.3.4.22 Производится ревизия корпуса реактора и ВКУ.

9.1.3.3.3.4.23 Шахта ВКУ поднимается из колодца ревизии на высоту порядка трех метров.

9.1.3.3.3.4.24 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ на высоту порядка трех метров. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.2.

9.1.3.3.3.4.25 Производится подъем шахты ВКУ до верхнего уровня воды по 9.1.3.3.3.3.

9.1.3.3.3.4.26 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ на высоту порядка трехметров. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.2.

9.1.3.3.3.4.27 Производится подъем шахты ВКУ до верхнего уровня воды по 9.1.3.3.3.3.

9.1.3.3.3.4.28 Заполняются борированной водой шахтный объем реактора и помещения шахт ревизии ВКУ до отметки, соответствующей уровню воды при перегрузке. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.4.

9.1.3.3.3.4.29 Производится подъем шахты ВКУ до отметки, необходимой для транспортировки её в корпус реактора, после чего шахта ВКУ транспортируется от колодца к реактору, устанавливается над ним и опускается на глубину порядка трех метров.

9.1.3.3.3.4.30 Дренируется вода в помещении шахты ревизии ВКУ и шахтном объеме реактора на три метра. Порядок дренирования представлен в 9.1.3.3.3.6.

9.1.3.3.3.4.31 Шахта ВКУ опускается на глубину три метра.

9.1.3.3.3.4.32 Дренируется вода в помещении шахты ревизии ВКУ и шахтном объеме реактора на три метра. Порядок дренирования представлен в 9.1.3.3.3.6.

9.1.3.3.3.4.33 Шахта ВКУ опускается в корпус реактора.

9.1.3.3.3.4.34 Производится полное опорожнение шахтного объема реактора и помещения шахты ревизии ВКУ до отметки пола. Порядок дренирования представлен в 9.1.3.3.3.8.

9.1.3.3.3.4.35 Устанавливается на место гидрозатвор между шахтным объемом реактора и помещением шахт ревизии ВКУ.

9.1.3.3.3.4.36 Снимается гидрозатвор между шахтным объемом реактора и **бассейном выдержки**.

2 9.1.3.3.3.4.37 Заполняется борированной водой шахтный объем реактора и **бассейн выдержки** до уровня, достаточного для перегрузки топлива. Порядок заполнения представлен в 9.1.3.3.3.11.

9.1.3.3.3.4.38 Производится полная загрузка активной зоны в реактор.

LN2O.B.110.1.090103.01&&.021.HE.0001	Предварительный отчет по обоснованию безопасности	148
--------------------------------------	---	-----

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-25
---	--	-------------------	------------

9.1.3.3.4.39 Выполняются операции от 9.1.3.3.3.13 по 9.1.3.3.3.22.

9.1.3.3.5 Нарушения нормальных условий эксплуатации и проектные аварии

При нарушениях нормальных условий эксплуатации и проектных авариях не связанных с системой ФАК изменений в её работе не происходит. Система разработана с учетом требований сохранения работоспособности во всех режимах АЭС. В случае прохождения землетрясения, с силой выше проектного (ПЗ), происходит автоматическое отсечение каналов системы охлаждения бассейна выдержки ФАК10 и ФАК40 от смежных систем второй категории сейсмостойкости по сигналам СКУ безопасности.

При нарушениях нормальных условий эксплуатации и проектных авариях связанных с повреждением системы ФАК или конструкций бассейна выдержки выполнение приемочных критериев обеспечивается. Описание данных режимов представлено в п. 15.5.8.1 и 15.5.8.2 ПООБ.

9.1.3.3.6 Запроектные аварии

При запроектных авариях система ФАК используется по своему прямому назначению, если сохраняют работоспособность система КАА, обеспечивающие системы вентиляции и электроснабжения.

При запроектных авариях с потерей всех источников электроснабжения переменным током на срок более 8 часов, отвод остаточных тепловыделений от хранящихся в бассейне выдержки ТВС осуществляется путем выпаривания воды из бассейна выдержки. После 8 часов с момента потери источников электроснабжения по линии LCU→JNB50→ФАК70 насосным агрегатом JNB50AP001 осуществляется подпитка бассейна выдержки от баков от баков запаса обессоленной воды (LCU).

Так же предусмотрены трубопроводы с ручной арматурой и фланцевыми заглушками в байпас насосного агрегата JNB50AP001 для подключения мобильного оборудования и резервных запасов воды.

В качестве мобильного оборудования предусмотрена передвижная насосная дизельная установка для обеспечения подпитки баков аварийного отвода тепла СПОТ и бассейна выдержки.

Подробное описание работы системы в режимах ЗПА представлено в документе «Учет событий на АЭС Fukushima в проекте ЛАЭС-2».

9.1.3.3.7 Оценка проекта

Система ФАК является системой нормальной эксплуатации. Проект системы и конструкция отдельных ее элементов отвечает требованиям нормативной документации по безопасности АЭС.

Система ФАК состоит из двух каналов ФАК10 и ФАК40.

Для выполнения функций охлаждения бассейна выдержки предусмотрено резервирование системы ФАК10(40) через систему JMN30(20), JNA30(20), JNG30(20).

Для выполнения функций охлаждения бассейна выдержки в режиме работы АЭС на мощности достаточно работы одного канала ФАК. Для выполнения функции охлаждения бассейна выдержки в режиме плановой перегрузки достаточно работы двух каналов ФАК. В режиме полной выгрузки активной зоны в бассейн выдержки достаточно работы двух каналов ФАК, или одного канала ФАК10(40) и одного канала JMN/JNG30(20) при неисправности канала ФАК. В режиме аварийной выгрузки активной зоны в бассейн

Филиал ОАО «Головной институт «ВНИПИЭТ» «СПбАЭП»	АЭС-2006 Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 9 Вспомогательные системы энергоблока	Изм.2 12.05.14	9.1.3.3-26
---	--	-------------------	------------

выдержки достаточно работы двух каналов ФАК, или одного канала ФАК10(40) и одного канала JMN/JNG30(20) при неисправности канала ФАК

При работе АЭС на мощности один канал ФАК10(40) постоянно находится в работе, периодические переключения с рабочего канала на резервный, а также периодический контроль элементов систем JNG30(20), JNA30(20), JMN30(20) позволяют обеспечивать постоянный контроль готовности элементов.

Таким образом, отказ активных элементов системы не приводит к отказу выполнения функций охлаждения **бассейна выдержки**.

При отказе обеспечивающих систем - электропитания, управления, вентиляции, охлаждения КАА - происходит отказ соответствующего канала ФАК.

2 Под полным отказом системы охлаждения **бассейна выдержки** понимается отказ двух каналов ФАК10(40) и двух каналов JNG30(20), JNA30(20), JMN30(20).

9.1.3.3.8 Сравнение с аналогичными проектами

Технические и организационные решения, принятые для обеспечения эксплуатации системы охлаждения **бассейна выдержки**, апробированы прежним опытом проектирования, испытаниями, исследованиями, а также подтверждены опытом эксплуатации подобных систем на действующих АЭС России.