





| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1-1 |
|--------------------|---|------------------|------------|

12.3.1.1 Электротехническая часть САЭ

| | | |
|---------------------------------------|---|----------------|
| Дата | | 08.2016 |
| Заместитель главного инженера проекта |  | Ю.Л. Ермакович |
| Нормоконтроль |  | Н.А. Щербакова |
| Проверил |  | К.Г. Чижков |
| Разработал |  | О.Ю. Шлипкиова |
| Всего листов | | 18 |

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|----|
| 12.3.1.1.1 Проектные основы..... | 2 |
| 12.3.1.1.1.1 Назначение, функции системы, классификация..... | 2 |
| 12.3.1.1.1.2 Проектные режимы и исходные данные | 2 |
| 12.3.1.1.1.3 Принципы проектирования | 2 |
| 12.3.1.1.1.4 Связанные системы | 4 |
| 12.3.1.1.1.5 Основные требования к оборудованию САЭ | 4 |
| 12.3.1.1.1.6 Основные требования к используемым материалам..... | 5 |
| 12.3.1.1.2 Проект системы | 5 |
| 12.3.1.1.2.1 Описание схемы..... | 5 |
| 12.3.1.1.2.2 Режимы эксплуатации САЭ..... | 7 |
| 12.3.1.1.2.3 Контроль, управление, автоматика и защиты САЭ | 9 |
| 12.3.1.1.2.4 Компоновка электрооборудования, кабельные трассы и защита от пожаров..... | 11 |
| 12.3.1.1.2.5 Защита от внешних и внутренних воздействий | 13 |
| 12.3.1.1.3 Испытания и проверки | 14 |
| 12.3.1.1.4 Анализ проекта системы..... | 16 |
| 12.3.1.1.5 Сравнение с аналогичными проектами | 18 |

LN2O.P.110.1.120301.03 01 & .030.HD.0001 _& _F=0

| | | |
|--|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.03 01 & .030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 12 |
|--|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1-2 |
|--------------------|---|------------------|------------|

12.3.1.1.1 Проектные основы

12.3.1.1.1.1 Назначение, функции системы, классификация

Система аварийного электроснабжения энергоблока (САЭ) предназначена для электроснабжения потребителей системы безопасности, обеспечивающих систем безопасности энергоблока, систем, осуществляющих управление и контроль работы указанных систем, включая датчики системы контроля реакторной установки.

В соответствии с НП-001-97 САЭ является:

- по назначению – системой безопасности,
- по влиянию на безопасность – важной для безопасности,
- по характеру выполняемой функции – обеспечивающей.

Все элементы САЭ относятся ко второму классу безопасности в соответствии с НП-001-97, принятое классификационное обозначение – 2О.

Элементы системы аварийного электроснабжения относятся к 1 категории сейсмостойкости по НП – 031 - 01.

12.3.1.1.1.2 Проектные режимы и исходные данные

Функционирование САЭ требуется:

- в режиме нормальной эксплуатации АЭС, включая режимы планового пуска и останова энергоблока и режим перегрузки топлива реактора;
- в режимах нарушения условий нормальной эксплуатации энергоблока, включая режим обесточивания;
- в режимах проектных аварий, в том числе при обесточивании системы с.н., для обеспечения аварийного отвода тепла от реактора и обеспечения условий для удержания радиоактивных веществ в установленных границах;
- в режимах проведения послеаварийных мероприятий.

При наличии напряжения на питающих секциях 10 кВ СНЭ все секции всех напряжений САЭ постоянно находятся под напряжением и электроснабжение потребителей каналов системы безопасности (СБ) во всех эксплуатационных и аварийных режимах энергоблока обеспечивается от внешних источников (энергосистемы и генератора блока), т.е. по предпочтительной схеме.

В режиме обесточивания с.н. энергоблока - при исчезновении напряжения на секциях СНЭ от рабочих и резервного трансформаторов - САЭ обеспечивает электроснабжение потребителей СБ от резервных дизель - генераторов и аккумуляторных батарей, входящих в состав САЭ, обеспечивая проектное функционирование СБ.

САЭ не должна быть отключена ни в одном из режимов работы блока.

12.3.1.1.1.3 Принципы проектирования

При проектировании системы аварийного электроснабжения выполняются требования, изложенные в следующих основных нормативных документах Российской Федерации, касающихся проектирования САЭ: НП-001-97, НП-087-11, НП-031-01, НП-071-06, НП-006-98.

САЭ выполняет функцию обеспечения электроснабжения оборудования СБ во всех режимах, включая режим обесточивания, поскольку в своём составе она имеет автономные источники электроэнергии: дизель – генераторы и аккумуляторные батареи;

САЭ обеспечивает требуемые потребителями качество и бесперебойность электроэнергии для выполнения ими функции безопасности.

Потребителями САЭ являются элементы АС, отнесенные к классам безопасности 1 и 2, а также систем и элементов обеспечивающих систем безопасности,

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 13 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1-3 |
|--------------------|---|------------------|------------|

выполнение функций которыми при проектных авариях зависит от наличия электроснабжения.

В соответствии с НП-087-11 по требованиям, предъявляемым к бесперебойности электроснабжения, все технологические потребители САЭ разделяются на следующие группы:

- первая группа - потребители САЭ переменного и постоянного тока, не допускающие (по условиям обеспечения безопасности АС) перерыв электроснабжения более чем на время работы автоматических переключающих устройств при нормальной эксплуатации АС, а также при нарушениях нормальной эксплуатации, включая аварии и обесточивание энергоблока;

- вторая группа - потребители переменного тока, допускающие перерыв электроснабжения при переходе на аварийный автономный источник на время запуска этого источника, которое не превышает обоснованное значение, исходя из необходимости обеспечения безопасности АС.

САЭ соответствует структуре системы безопасности в технологической части: САЭ выполнена четырехканальной. Четырехканальная структура СБ ЛАЭС-2 выбрана исходя из критерия единичного отказа, для обеспечения возможности выполнения каждым из четырех каналов возложенной на СБ функции обеспечения безопасности - в соответствии с п.16. НП-087-11.

Необходимость и достаточность 4-х канальной структуры СБ обосновывается и доказывается в Технологической части проекта и в ВАБ (смотрите раздел 1.7 «Концепция безопасности» главы 1 ОООб).

Все четыре канала САЭ идентичны по схеме электрических соединений, составу электрооборудования. Мощность источников электроснабжения каждого канала удовлетворяет потребности потребителей каждого канала САЭ.

В САЭ обеспечена независимость функционирования каждого из четырех каналов, благодаря отсутствию электрических связей между потребителями и источниками питания разных каналов и физическому разделению электрооборудования и кабелей.

Каждый канал САЭ обеспечивает электроснабжение только потребителей соответствующего канала системы безопасности в технологической части и части СКУ СБ.

Сигналы автоматического управления и электрических защит формируются и функционируют отдельно в пределах каждого канала.

Каналы САЭ физически отделены друг от друга строительными и ограждающими конструкциями, обеспечивающими изоляцию электрооборудования и кабели каналов САЭ между собой и от электрооборудования и кабелей систем нормальной эксплуатации. Таким образом, максимально снижена вероятность отказов по общей причине.

В САЭ обеспечивается автоматическое выполнение возложенной функции - автоматически поддерживаются параметры электроэнергии в системе, при потере питания от рабочих и резервных источников (обесточивании) автоматически вводятся в действие автономные источники питания и подключаются потребители СБ по сигналам обесточивания с автоматическим запретом вмешательства оперативного персонала в действия автоматики на время 30 минут, обеспечен приоритет выполнения заданной функции над собственными защитами.

Проект системы аварийного электроснабжения соответствует требованиям действующих в РФ норм и правил по проектированию и безопасности атомных станций. Отступлений от норм в проекте нет.

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 14 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1-4 |
|--------------------|---|------------------|------------|

12.3.1.1.1.4 Связанные системы

Связанные системы обеспечивают работоспособность системы и выполнение функции во всех проектных режимах блока.

Система контроля и управления

Каждый канал САЭ оснащён комплексом оборудования СКУ (системы контроля и управления), обеспечивающим возможность проектного функционирования канала САЭ. СКУ обеспечивает требуемый уровень автоматизации в части электроснабжения потребителей канала СБ. СКУ выполнена четырёхканальной, автономной для каждого канала СБ и САЭ (информация о СКУ представлена в главе 7 ОООб).

Система вентиляции и охлаждения помещений

Система вентиляции и охлаждения помещений, в которых расположено электрооборудование САЭ, выполненная индивидуальной для каждого канала САЭ, обеспечивает поддержание параметров окружающей среды, необходимых для работы электрооборудования канала САЭ во всех режимах работы. Описание системы вентиляции представлено в разделе 9.7 ОООб.

Система противопожарной сигнализации и пожаротушения

На систему противопожарной сигнализации и пожаротушения, выполненную индивидуальной для каждого канала САЭ, возложена функция своевременного оповещения, сигнализации и ликвидации пожара в помещениях канала САЭ (информация о системе противопожарной защите: сигнализации и пожаротушении представлена в главе 9.8 ОООб).

12.3.1.1.1.5 Основные требования к оборудованию САЭ

Выбор электрооборудования, используемого в САЭ для выработки, преобразования и распределения электроэнергии, а также выбор кабелей и кабельных конструкций производится в соответствии с основными критериями, изложенными ниже:

- соответствие классификации оборудования по НП-001-97 и НП-031-01;
- соответствие требованиям НП 071-06 ;
- соответствие характеристики источника электроснабжения по качеству напряжения, мощности и нагрузочной способности, характеру нагрузки и режиму работы оборудования;
- соответствие по электрическим параметрам в точке установки в электрической схеме;
- соответствие требованиям по конструкции, по степени защиты от воздействия воды и пыли, по пожарной и взрывобезопасности и по применяемым материалам (включая негорючесть и нераспространение горения);
- соответствие условиям воздействия внешних факторов, связанных с природными явлениями и последствиями деятельности человека: (например, ураган, ударная волна и др.)
- соответствие условиям окружающей среды в месте установки (по температуре, влажности, содержанию в атмосфере вредно влияющих веществ и факторов);
- соответствие климатическим условиям при транспортировке, хранении и монтаже.

Электрооборудование САЭ выбрано при соблюдении следующих требований:

- соответствие классу "20" ("2Л" - для герметичных проходок) по НП-001-97);
- соответствие категории I по НП – 031 – 01 по сейсмостойкости.

В соответствии с требованиями СТО СМК-ПКФ-015-06 электрооборудование САЭ имеет 2 категорию ОК.

Сведения об электрооборудовании САЭ приведены в главе 8 ОООб:

- Описание электрооборудования САЭ приведено в главе 8, раздел 8.3.2.7;

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN20.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 15 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1-5 |
|--------------------|---|------------------|------------|

- Расчёты мощности источников САЭ приведены в главе 8, раздел 8.3.2.6;
- Результаты расчёта токов короткого замыкания приведены в главе 8, раздел 8.3.1.2.

12.3.1.1.6 Основные требования к используемым материалам

Используемые для производства электротехнического оборудования конструктивные и электротехнические материалы должны обеспечивать:

- выполнение функций,
- надежность,
- долговечность (срок эксплуатации),
- пожарную безопасность,
- минимальные потери для обеспечения оптимального коэффициента полезного действия оборудования.
- необходимое качество.

Силовые и контрольные кабели, применяемые в САЭ, выбраны по показателям пожарной безопасности, сейсмостойкости и стойкости к внешним воздействующим факторам в соответствии с требованиями СТО 1.1.1.01.001.0902-2013 «Кабельные изделия для атомных станций. Технические требования эксплуатирующей организации».

12.3.1.1.2 Проект системы

12.3.1.1.2.1 Описание схемы

САЭ начинается на входных зажимах вводных выключателей секций САЭ, установленных в секционной переемычке между секциями 10 кВ САЭ и секциями 10 кВ СНЭ, и заканчивается на входных зажимах технических средств потребителей первой и второй групп САЭ.

В состав каждого канала САЭ входят:

- дизель-генератор напряжением 10,5 кВ;
- распределительное устройство собственных нужд 10 кВ;
- секции распределительных устройств 0,4 кВ первой и второй группы;
- трансформаторы 10/0,4 кВ;
- аккумуляторные батареи 220 В;
- распределительные щиты постоянного тока 220 В;
- преобразователи постоянного и переменного тока: выпрямители и инверторы;
- герметичные электрические проходки (вводы в гермозону) для силовых и контрольных кабелей;
- кабели и кабельные конструкции.

Принципиальная схема электрических соединений одного (первого) канала САЭ представлена на рисунке 12.3.1.1.2.1. Схемы электрических соединений для каждого канала САЭ идентичны.

Система аварийного электроснабжения может получать питание

- от внешней системы - предпочтительного источника питания, включающего в свой состав систему нормального электроснабжения (секции СНЭ 10 кВ), связанную с энергосистемой 330 кВ через схему выдачи мощности и с генератором энергоблока через рабочий трансформатор собственных нужд (в режиме нормальной эксплуатации при нормальном (штатном) состоянии электрической схемы выдачи мощности),
- от генератора блока (при нарушении в электрической схеме выдачи мощности),
- от энергосистемы 330 кВ через резервный трансформатор собственных нужд (при нарушении в электрической схеме выдачи мощности и отключении генератора),

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 16 |
|---------------------------------------|--|----|

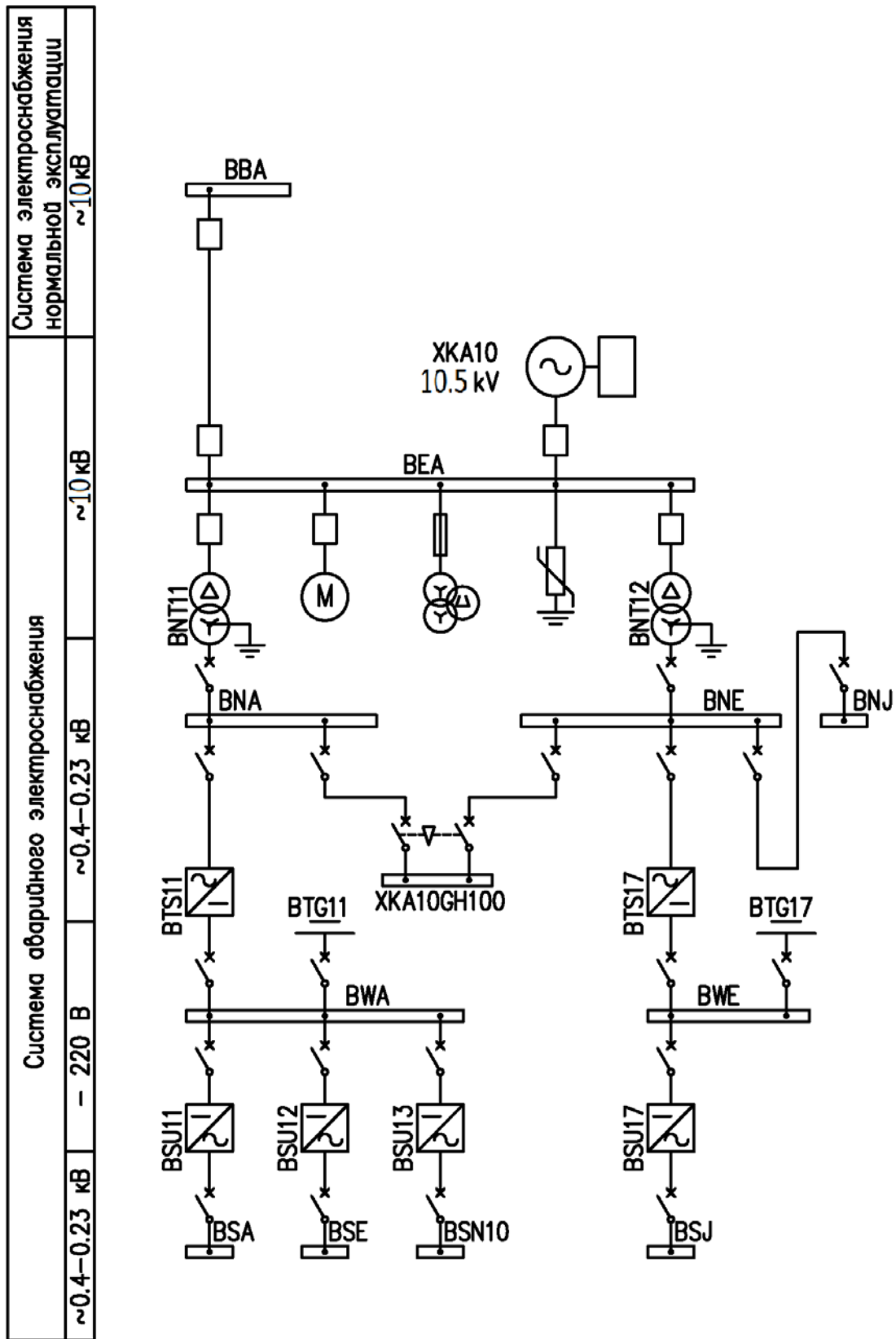


Рисунок 12.3.1.1.2.1 Принципиальная схема электрических соединений САЭ (первый канал).

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1-7 |
|--------------------|---|------------------|------------|

- от внутренних источников – резервных (автономных) дизель - генераторов и аккумуляторных батарей(при при одновременном отказе в электрической схеме выдачи мощности и схеме резервного питания).

Для повышения уровня безопасности Ленинградской АЭС-2 при системных авариях в сети 330/750 кВ и обеспечения дополнительного резервирования систем аварийного электроснабжения (САЭ) энергоблоков 1, 2 от независимых источников сети 110 кВ АО «Концерн Росэнергоатом» принял решение № ЛЕНАЭС-2Р-60К(04-09) 2011 о сооружении на площадке ЛАЭС-2 трансформаторной подстанции (ПС) 110/10 кВ, запитанной кабельной линией 110 кВ от ОРУ 110 кВ Ленинградской АЭС.

Принятое решение соответствует рекомендациям Руководства Международного агентства по атомной энергии NS-G-1.8 «Проектирование систем аварийного энергоснабжения атомных электростанций».

Описание подстанции 110/10 кВ и принципиальная схема рабочего и резервного питания секций 10 кВ СНЭ приведены в главе 8 ОООб.

Каждая секция 10 кВ САЭ имеет ввод рабочего питания от секции 10 кВ СНЭ через секционную переемычку с двумя последовательно установленными выключателями. Этот ввод питания является рабочим – постоянно включенным при нормальном (штатном) состоянии схемы электроснабжения собственных нужд.

Каждая секция 10 кВ САЭ имеет, кроме того, ввод резервного питания - от резервного дизель - генератора, выключатель которого отключен при нормальном состоянии схемы электроснабжения собственных нужд, т.е. при питании системы с.н. по приоритетной схеме.

Секции 0,4 кВ 2 группы САЭ подключены к секции 10 кВ САЭ через понижающие трансформаторы 10/0,4 кВ. Между двумя секциями 2 группы 0,4 кВ канала не предусмотрено взаимное резервирование – количество секций и трансформаторов определено по нагрузке потребителей.

К секциям второй группы 0,4/0,23 кВ САЭ постоянно подключены зарядно – подзарядные выпрямители, которые постоянно подключены также к распределительным щитам постоянного тока (ЩТП) 220 В. К ЩТП постоянно подключены аккумуляторные батареи 220 В.

Секции первой группы 0,4 кВ САЭ подключены через инверторы к щитам постоянного тока с аккумуляторными батареями 220 В. Система обеспечивает бесперебойность напряжения 0,4/0,23 кВ на выходе инверторов, как при нормальной схеме питания САЭ, так и в случае исчезновения напряжения со стороны питающей секции 10 кВ СНЭ.

Три секции первой группы 0,4 кВ предназначены для электроснабжения потребителей СКУ СБ, БПУ, РПУ, СКУ ПЗ, некоторых специальных систем реакторной установки.

Одна секция первой группы 0,4 кВ, предназначенная для питания арматуры СБ (в том числе быстродействующей отсечной).

12.3.1.1.2.2 Режимы эксплуатации САЭ

Система аварийного электроснабжения может получать питание

- от внешней системы - предпочтительного источника питания через секцию СНЭ 10 кВ – от рабочего трансформатора собственных нужд от энергосистемы 330 кВ и генератора энергоблока,

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 18 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1-8 |
|--------------------|---|------------------|------------|

- от генератора блока (при отключённых выключателях 330 кВ блока, но не отключённом генераторе в течение около 45 мин) через рабочий трансформатор собственных нужд,

- от энергосистемы 330 кВ (при включённых выключателях 330 кВ блока, но отключённом генераторе) через рабочий трансформатор собственных нужд,

- от энергосистемы 330 кВ через резервный трансформатор собственных нужд (при отключённых выключателях 330 кВ блока и отключении генератора),

- от внутренних источников – резервных (автономных) дизель - генераторов и аккумуляторных батарей (при одновременном отказе в электрической схеме выдачи мощности и схеме резервного питания, т.е. при обесточивании);

- от дополнительного источника питания - п./ст. 110/10 кВ через секцию СНЭ 10 кВ.

Режим нормальной эксплуатации. В режимах нормальной эксплуатации при нормальном состоянии схемы электроснабжения с.н. секции всех напряжений САЭ постоянно находятся под напряжением (в рабочем состоянии) - ввод рабочего питания через секционную переключку от секции 10 кВ СНЭ постоянно включен. В режимах нормальной эксплуатации блока к секциям САЭ подключены и работают механизмы СБ и устройства, работа которых необходима в режиме нормальной эксплуатации.

В этом режиме при необходимости (при появлении технологических сигналов, требующих включения механизмов с.н. канала или каналов СБ) производится автоматическое подключение востребованных механизмов СБ к секциям САЭ в порядке появления соответствующих сигналов, сформированных в СКУ СБ каналов системы безопасности.

В режимах питания системы собственных нужд по предпочтительной схеме резервные дизель – генераторы находятся в режиме «ожидания», т.е. не работают, но готовы к запуску и приёму нагрузки при появлении соответствующих сигналов (обесточивания). Готовность РДГ к включению в режиме «ожидания» обеспечивается системами и автоматикой комплекта РДГ.

Аккумуляторные батареи находятся в режиме постоянного подзаряда, который обеспечивается зарядно – подзарядными выпрямителями, обеспечивающими одновременно питание нагрузки ЩПТ, включая инверторы – т.о. система постоянного тока и 0,4 кВ 1 группы САЭ функционирует постоянно.

Режим обесточивания. В режиме обесточивания с.н. энергоблока (при исчезновении напряжения на секциях СНЭ 10 кВ от рабочих и резервного трансформаторов) САЭ обеспечивает электроснабжение потребителей СБ от резервных дизель - генераторов и аккумуляторных батарей. При этом подключение потребителей 2-ой группы СБ к секциям САЭ производится по автоматической программе ступенчатого пуска (АСП) РДГ. Потребители постоянного тока и 1-ой группы обеспечены питанием без перерыва.

Сигнал на запуск РДГ формируется только по электрическим параметрам: при снижении напряжения или частоты на секции 10 кВ САЭ ниже допустимых значений. Включение РДГ по технологическим аварийным сигналам не предусмотрено.

Сигнал на запуск и подключение РДГ к секции САЭ формируется на каждой секции (в каждом канале) отдельно. При обесточивании по любой причине секции 10 кВ любого канала САЭ и при отсутствии автоматического запрета на подключение дизель-генератора секция может получить питание от дизель-генератора своего канала.

Подробнее о действии автоматики в САЭ смотрите в в 12.3.1.3 и разделе 8.3.2 главы 8 ОООб.

Время запуска РДГ и готовности его к принятию нагрузок (не более 15 сек.) определяется требованиями со стороны реакторной установки, которые регламентируют

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 19 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1-9 |
|--------------------|---|------------------|------------|

время включения в работу основных потребителей СБ, обеспечивающих выполнение функции СБ.

Каждый канал СБ и, соответственно, САЭ предназначены для функционирования непрерывно в течение необходимого времени, определяемого условиями протекания аварии. Возможность длительной работы САЭ гарантируется:

- наличием запаса топлива и масла в расходных и промежуточных емкостях и на складе, который может быть пополнен при необходимости (подробнее смотрите в 9.8.4 главы 9 ОООб),

- возможностью дизель – генератора работать без обслуживания в течение не менее 240 часов.

Аккумуляторные батареи разряжаются в течение времени, необходимого для запуска дизель – генератора, и подключения его к обесточенной секции 10 кВ САЭ (≥ 15 сек). После восстановления напряжения на секции от РДГ аккумуляторные батареи переходят в режим постоянного подзаряда. При отказе дизель - генератора аккумуляторные батареи каждого канала САЭ могут разряжаться, обеспечивая нагрузку, в течение 2-х часов.

Сети резервного электроснабжения от РТСН 330/10 кВ и от ПС 110/10 кВ постоянно находятся под напряжением, что повышает готовность подачи резервного питания в систему собственных нужд от сети 330 кВ и 110 кВ (при необходимости). Выключатели ввода резервного питания на секциях СНЭ 10 кВ в режиме нормальной эксплуатации находятся в отключённом положении. Предусмотрено автоматическое включение выключателей ввода резервного питания от РТСН 330/10 кВ при действии АВР. Включение выключателей ввода резервного питания от ПС 110/10 кВ предусматривается только вручную оператором в соответствии с инструкцией по ликвидации аварии на АЭС.

12.3.1.1.2.3 Контроль, управление, автоматика и защиты САЭ

Система аварийного электроснабжения (САЭ) оснащена комплексом оборудования, обеспечивающим возможность осуществления контроля и управления в САЭ.

Технические средства контроля, управления, защиты, автоматики в САЭ классифицированы как "2У" в соответствии с НП-001-97, отнесены к первой категории сейсмостойкости по НП-031-01 и отвечают требованиям НП 071-06 «Правила оценки соответствия оборудования, комплектующих, материалов и полуфабрикатов, поставляемых на объекты использования атомной энергии».

Управляющие команды в САЭ формируются отдельно для каждого канала в пределах «своего» канала и управляют механизмами и оборудованием только «своего» канала.

Система контроля и управления обеспечивает проектное функционирование САЭ. Для этого в САЭ предусмотрен комплект контрольно-измерительных приборов, обеспечивающий возможность проектного функционирования каналов САЭ во всех режимах эксплуатации:

- автоматическое поддержание основных параметров электроснабжения в САЭ;
- контроль состояния оборудования;
- регистрация отклонения параметров и аварийных процессов в системе;
- обеспечена система аварийной сигнализации - индикации аварийных отклонений параметров и нарушений в системе электроснабжения и распределения электроэнергии в системе САЭ (например: отключение выключателей защитой);

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 20 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 10 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

- представление информации оперативному персоналу на экранах дисплеев, табло коллективного пользования, мнемосхеме текущего состояния схемы электрических соединений.

Обеспечивается автоматическое выполнение системой аварийного электроснабжения возложенной функции через воздействие технологических команд из СКУ СБ. Команды для автоматического переключения питания системы САЭ на резервные дизель - генераторы по предельному отклонению параметров сети формируются по одному из следующих сигналов:

- снижение напряжения на секции 10 кВ САЭ до $0,4U_n$ на время, превышающее время действия АВР на секции 10 кВ СНЭ и равное 2 с.
- снижение частоты на секции с.н. 10 кВ САЭ до 47,4 Гц на время 2 с.

Команда на запуск дизель - генератора формируется только по электрическим параметрам по двум независимым каналам в каждом канале САЭ.

Не предусмотрен запуск и включение РДГ на секцию САЭ только по технологическому сигналу.

Дизель - генераторы САЭ не могут быть включены параллельно с сетью при выполнении функции. Дизель - генератор включается на секцию САЭ своего канала только при наличии, по крайней мере, одного отключённого секционного выключателя.

При испытаниях дизель – генератора на полной мощности предусмотрена его параллельная работа с сетью. Включение в параллельную работу предусматривается методом ручной точной синхронизации.

При испытаниях дизель - генератора при параллельной работе с сетью при возникновении аварийной ситуации, требующей отделения секции САЭ от секции СНЭ, ситуация автоматически идентифицируется с помощью датчиков и формируется команда, отключающая секцию САЭ от секции СНЭ секционными выключателями: дизель-генератор выделяется на секцию САЭ с нагрузкой канала СБ.

Обеспечивается приоритет выполнения заданной функции над собственными защитами и завершение защитных действий. В процессе выполнения функции все защиты дизель – генератора выведены на сигнал за исключением следующих технологических защит, действующих на отключение дизель – генератора в режиме работы и опробования:

- превышение частоты вращения дизель - генератора,
- низкое давление масла.

Восстановление штатного питания САЭ (переход от электроснабжения от РДЭС на электроснабжение от источника нормальной эксплуатации) осуществляется поканально персоналом.

Для реализации задач контроля и управления электрооборудованием САЭ предусматриваются следующие способы управления:

- автоматизированное управление с БПУ (управление выключателями 10 кВ секционной переемычки, пуск и останов РДГ, синхронизация РДГ при переходе на нормальное электроснабжение) и с РПУ (управление выключателями 10 кВ секционной переемычки, пуск и останов РДГ);
- индивидуальное ручное управление из РУСН или местного щита управления РДГ.

Система контроля и управления выполняется индивидуальной для каждого канала САЭ - управляющие команды формируются и реализуются только в пределах "своего" канала СБ и САЭ. (Подробно о системе контроля, управления, автоматики в САЭ смотрите в разделе 8.3.2.5 главы 8 ООС, Приложение Г – Схемы вторичной коммутации.).

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 21 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 11 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

САЭ оснащена системой релейной защиты, предназначенной для предотвращения нарушений в САЭ, предотвращения повреждения оборудования, отделения повреждённого оборудования или цепи от исправной сети, защиты персонала. (Подробно об электрических защитах в САЭ смотрите в разделе 8.3.2.4 и главы 8 ОООб, в Приложение В Структурные схемы защиты. Таблицы результатов расчёта уставок релейной защиты).

Защита электротехнической части САЭ от непреднамеренных ошибочных действий персонала, которые могут привести к нарушению работы системы электроснабжения и к поражению человека электрическим током, достигается путем:

- использования механических и электромеханических блокировок,
- путём максимальной автоматизации процессов,
- технических мероприятий, исключающих несанкционированный доступ персонала к техническим средствам,
- разграничением прав доступа к разделам программного обеспечения, посредством которых возможно изменение уставок.

Подробно о блокировках в системе с.н. блока, включая САЭ, смотрите в разделе 8.3.1.6 главы 8 ОООб.

Вопросы жизнедеятельности БПУ и РПУ при аварийных ситуациях и внешних воздействиях рассматриваются в разделах 12.3.5 ОООб.

12.3.1.1.2.4 Компоновка электрооборудования, кабельные трассы и защита от пожаров

Компоновка электрооборудования и трассировка кабелей каналов САЭ выполняется в соответствии с основными действующими в РФ нормами и правилами компоновки электротехнического оборудования и прокладки кабелей, а так же с требованиями НП-087-11:

- автономные источники питания САЭ (дизель – генераторы и аккумуляторные батареи), распределительные устройства разных напряжений каналов САЭ, к которым присоединяются потребители каналов САЭ, размещаются отдельно по каналам в помещениях, предназначенных для каждого канала. Резервные дизель – генераторы и вспомогательные системы РДГ размещаются в отдельно стоящем здании первой категории сейсмостойкости (UBS) в изолированных ячейках для каждого канала САЭ.

Помещения электрооборудования каждого канала САЭ ограничены строительными и несущими конструкциями, отделяющими каналы друг от друга и от помещений с оборудованием, не относящимся к САЭ, и обладающими устойчивостью к внешним природным и техногенным воздействиям (перечисленным в главе 3 ОООб) и пожаростойкостью не ниже чем 1,5 часа. Таким образом, обеспечиваются условия для нормального функционирования электрооборудования и кабелей каналов САЭ при возникновении нарушений в одном из каналов САЭ или в системе, не относящейся к САЭ.

Помещения каждого канала обеспечены собственными независимыми системами автоматической противопожарной сигнализации, пожаротушения и вентиляции.

- кабели, принадлежащие разным каналам СБ и САЭ, прокладываются в разных кабельных помещениях, отделённых друг от друга и от помещений кабелей СНЭ. Несущие и ограждающие конструкции этих помещений выполнены из негорючих материалов с пределом огнестойкости $\geq 1,5$ часа. Двери и люки в кабельных сооружениях при этом также имеют предел огнестойкости $\geq 1,5$ часа. (Выбор огнестойкости строительных конструкций, обеспечивающих необходимые требования по Нормам, представлен в разделе 9.8.1)

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 22 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 12 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

В исключительных случаях кабели разных каналов САЭ прокладываются в общих помещениях: в помещениях БПУ, РПУ, щита системы управления и защиты (СУЗ) и кабельных помещениях, расположенных под ними или в гермообъёме здания реактора. В этих случаях принимаются меры, исключающие нарушения работоспособности систем безопасности из-за отказов по общей причине и распространение пожара по кабелям в смежные помещения:

- обеспечивается защита с помощью специальных конструкций - выделенная прокладка кабелей разных каналов в специальных жаростойких строительных конструкциях (каналах) или ограждение кабелей после их прокладки конструкцией из защитных жаростойких строительных материалов огнестойкостью не менее 1,5 часа,

- прокладка основных кабельных трасс разных каналов САЭ в гермообъёме здания реактора в металлических кабельных коробах; прокладка кабелей к одиночным потребителям в металлических трубах или металлорукавах, с покрытием их (при необходимости) огнезащитным составом,

- разнесение одиночных кабелей разных каналов на безопасное расстояние (не менее 1 м), обеспечивающее их независимость.

Вход кабелей в помещения герметичной зоны осуществляется через герметичные кабельные проходки, рассчитанные на расчётное давление в герметичной зоне и пожарную стойкость не менее 1,5 часа. Герметичные кабельные проходки и кабели в помещениях герметичной зоны защищены экранами или стенками от "летающих предметов", струй горячей воды и пара.

Компоновка электрооборудования и кабельные коммуникации обеспечивают:

- необходимые условия для нормального функционирования электрооборудования и кабелей – для помещений каждого канала САЭ предусмотрены отдельные (по каналам) системы вентиляции,

- необходимые условия для проведения периодических плановых осмотров электрооборудования и профилактических и плановых ремонтных работ,

- безопасные условия эксплуатации для персонала.

Электрооборудование САЭ размещено в помещениях здания управления (UCB) и в здании РДЭС (UBS), как показано в таблице 12.3.1.1.4.1.

В Приложении А главы 8 ООБ приведены рисунки размещения и компоновки электрооборудования и кабельных трасс САЭ.

Таблица 12.3.1.1.2.4.1 Размещение электрооборудования САЭ

| Наименование оборудования | Код KKS | Код здания | | | |
|---------------------------|---|------------------|---------|---------|---------|
| | | 1 канал | 2 канал | 3 канал | 4 канал |
| Дизель-генератор | ХКА10 ХКА20 ХКА30 ХКА40 | UBS Отм. 0.00 | | | |
| РУСН 10 кВ | ВЕА, ВЕВ ВЕС, ВЕД | | | | |
| РУСН 0,4 кВ второй группы | ВНА, ВНЕ, ВNB, ВNF, ВNC, ВNG, ВND, ВNH | | | | |
| Трансформатор 10/0,4 кВ | ВNT11, ВNT12 ВNT21, ВNT22 ВNT31, ВNT32, ВNT41, ВNT42 | | | | |

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 23 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 13 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

| Наименование оборудования | Код KKS | Код здания | | | |
|---|--|-------------------|---------|---------|---------|
| | | 1 канал | 2 канал | 3 канал | 4 канал |
| Кабельные под РУСН | | UBS Отм. -3,60 | | | |
| Щиты постоянного тока 220 В и зарядные выпрямители, инверторы и РУСН 0,4кВ 1 группы | BWA, BTS11 BWB, BTS21 BWC, BTS31 BWD, BTS41 BSU11, BSA, BSU12, BSE, BSU13, BSN10, BSU21, BSB, BSU22, BSF BSU23, BSP10, BSU31, BSC, BSU32, BSG, BSU33, BSQ10, BSU41, BSD, BSU42, BSH, BSU43, BSR10 | UCB Отм. 8,40 | | | |
| Аккумуляторные батареи 220 В | BTG11, BTG21, BTG31 BTG41 | UCB Отм. 12,00 | | | |
| Щит постоянного тока 220 В, зарядный выпрямитель, РУСН 0,4кВ 1 группы и инверторы | BWE, BTS13 BWF, BTS23 BWG, BTS33 BWH, BTS43 BSU17, BSJ, BSU27, BSK, BSU37, BSL, BSU47, BSM | UBS Отм. 0,00 | | | |
| Аккумуляторные батареи 220 В | BTG17, BTG27, BTG37 BTG47, | UBS Отм. -7,20 | | | |

12.3.1.1.2.5 Защита от внешних и внутренних воздействий

Для выполнения функций обеспечения безопасности система должна быть защищена от внешних и внутренних воздействий.

Внутренние воздействия

Защита системы от внутренних воздействий (затопление, пожар, летящие предметы) обеспечивается компоновочными решениями.

Электрооборудование САЭ (за исключением кабелей и герметичных кабельных проходок) размещено в специальных электротехнических помещениях зоны свободного режима в здании управления (UCB) и здании РДЭС (UBS).

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 24 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 14 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

Условия среды в указанных электротехнических помещениях искусственно регулируются – поддерживаются на уровне, обеспечивающем нормальную работу оборудования. Условия эксплуатации электрооборудования САЭ не зависят по температуре, влажности, давлению, радиоактивному облучению от режимов работы (нормальный режим или авария) реакторной установки, размещённой в защитной герметичной зоне блока.

Размещение электрооборудования САЭ в герметичной зоне блока не предусмотрено.

В специальных электротехнических помещениях отсутствует технологическое оборудование и трубопроводы, являющиеся источником опасности повреждения электрооборудования при их разрушении – летящие предметы, струи воды, затопление.

В помещениях, расположенных рядом и над помещениями с электрооборудованием САЭ, отсутствуют технологические помещения, в которых расположены системы, в состав которых входят сосуды и трубопроводы, содержащие большие объёмы воды.

Защита от распространения пожаров обеспечивается пожароустойчивыми строительными ограждающими и несущими конструкциями, обеспечивающими разделение помещений 4-х каналов САЭ (смотрите 12.3.1.1.2.4).

Внешние воздействия

Электрооборудование САЭ защищено от воздействия внешних стихийных явлений: землетрясений, ураганов, экстремальных температур и от воздействия внешних факторов, связанных с деятельностью человека (падения самолёта, взрыва и ударной волны, пожаров). Это обеспечивается конструкцией зданий управления (UCB) и РДЭС (UBS), относящихся к категории сейсмостойкости S1 и рассчитанных на весь спектр внешних воздействий.

Затопление (как внешнее воздействие) для площадки ЛАЭС-2 не рассматривается ввиду того, что:

- площадка энергоблока не подвержена затоплению при максимально возможном наводнении в Копорской губе Финского залива, т.к. расположена на отметках свыше 20 м БС (Балтийская система),

- транзитных водотоков, пересекающих территорию площадки, нет. Площадка не подвержена затоплению от рек Коваши и Воронка, на водоразделе которых она расположена. (Подробнее в главе 1 и 2 ОООб)

Проектом предусмотрены мероприятия, исключаящие подтопление подземных частей сооружений при уровне расположения грунтовых вод на площадке ЛАЭС-2 на глубине 0÷2,0 м:

- осушение площадки, в том числе тщательный отвод поверхностных вод,
- специальные дренажные системы для зданий и сооружений глубокого заложения (в первую очередь, для сооружений ядерного острова).

Кроме того, предусмотрена система гидроизоляции фундаментов зданий и сооружений ядерного острова.

(Подробнее в главе 2 ОООб).

12.3.1.1.3 Испытания и проверки

Методики и объём входного контроля определяются требованиями Руководящих документов (РД ЭО) эксплуатирующей организации ОАО «Концерн Росэнергоатом»:

- РД ЭО 1.1.2.05.0929-2013 (с изменениями), «Руководство по проведению приемочных инспекций на предприятиях изготовителях и входного контроля на АЭС оборудования 1, 2, 3 классов безопасности»,

- РД ЭО 1.1.2.05.0930-2013 «Положение по управлению несоответствиями при изготовлении и входном контроле продукции для АЭС»,

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 25 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 15 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

- РД ЭО 1.1.2.05.0931-2013 «Основные положения о входном контроле продукции на АЭС»,

- НП-071-06 «Правила оценки соответствия оборудования, комплектующих, материалов и полуфабрикатов, поставляемых на объекты использования атомной энергии»,

- РД 34.45-51.300- 97 «Объем и нормы испытаний электрооборудования» РАО ЕЭС России;

Объем и проведение пусконаладочных испытаний должен соответствовать СТО 1.1.1.03.003.0692-2006 «Стандарт организации. Организация пусконаладочных работ на атомных станциях. Правила производства и приемки. Общие положения.» ОАО «Концерн Росэнергоатом»

и технической документации разработчиков оборудования (ТУ, ГОСТ и др.).

Объем и периодичность технического обслуживания электрооборудования САЭ обеспечивает функциональную работоспособность САЭ и поддержание необходимого уровня безопасности эксплуатации в течение всего срока службы энергоблока.

Периодические испытания электрооборудования САЭ проводятся в соответствии с "Инструкцией по эксплуатации САЭ" по Графику, утвержденному Главным инженером АЭС, составленному на основании "Технологического регламента безопасной эксплуатации АЭС", который устанавливает вид испытаний, периодичность, сроки и условия проведения, а также критерии успешности проверок и испытаний.

Объем периодических испытания электрооборудования САЭ соответствует РД 34.45-51.300-97 "Объем и нормы испытаний электрооборудования".

Периодические проверки и испытания электрооборудования САЭ проводятся в ходе проведения проверок и испытаний оборудования технологической части системы безопасности (СБ), как при проведении ППР и в период пуска энергоблока после перегрузки топлива, так и при работе энергоблока на мощности, а также в процессе останова энергоблока и перевода его в "холодное состояние" и в "холодном состоянии".

Испытания каждого канала САЭ проводятся поочередно. Периодичность проведения испытаний каждого канала - 1 раз в 672 часа.

Принятые в проекте схемные решения обеспечивают выполнение САЭ возложенных функций при проведении испытаний в режиме эксплуатации - предусматривается возможность проведения опробований системы АСП (автоматического ступенчатого пуска) без подключения нагрузки, а также постоянный контроль готовности (исправности) цепей АСП и при этом:

- прохождение команды на начало АСП не блокируется;

- резервный дизель-генератор (РДГ), подключенный к секции САЭ не отключается, а набирает нагрузку по командам АСП.

В соответствии с действующими НТД, опробование РДГ проводится при частичной нагрузке один раз в месяц, при максимальной (100 % Nном) нагрузке - один раз в год.

При обнаружении отказа канала системы при работе блока на мощности, в режиме разогрева или в режиме расхолаживания производится внеочередное опробование трех других каналов системы: необходимо в течение 8 часов выполнить проверку работоспособности элемента, аналогичного отказавшему элементу, в каждом из трех оставшихся каналов. Если проверка успешна - РУ может оставаться в текущем состоянии, однако восстановление работоспособности канала должно быть произведено за время не более 720 часов. Данный период восстановления выбран на основании результатов вероятностного анализа безопасности (ВАБ) и обеспечивает все возможности для восстановления работоспособности отказавшего канала.

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 26 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 16 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

Если в ходе внеочередной проверки будет выявлена неработоспособность еще одного канала или работоспособность отказавшего канала не будет восстановлена за 720 часов, то РУ должна быть переведена в «холодное состояние» с плановой скоростью расхолаживания.

12.3.1.1.4 Анализ проекта системы

Система аварийного электроснабжения является:

- по назначению – системой безопасности,
- по влиянию на безопасность – важной для безопасности,
- по характеру выполняемой функции – обеспечивающей системой безопасности.

Система аварийного электроснабжения (САЭ) способна выполнить возложенную на нее функцию обеспечения – электроснабжения оборудования СБ, обеспечивающих СБ и СКУ СБ для:

- режима нормальной эксплуатации
- приведения реакторной установки в безопасное состояние и, при необходимости, холодное состояние в аварийных режимах, включая режим обесточивания;
- обеспечения контроля и измерения основных параметров реакторной установки.

Структура САЭ соответствует структуре технологической системы безопасности и состоит из четырех независимых каналов электроснабжения, каждый из которых:

- питает свою группу нагрузки, соответствующую каналу технологической СБ,
- имеет свою систему управления и защиты, обеспечивающие системы.

Каждый из каналов СБ и САЭ способен обеспечить выполнение функции безопасности.

В САЭ обеспечивается функциональное и физическое разделение (независимость) четырех каналов САЭ между собой и от систем нормальной эксплуатации, что обеспечивает устойчивость системы безопасности к отказам по общей причине.

В каждом из четырех независимых каналов САЭ обеспечивается возможность электроснабжения потребителей канала СБ, используя для этого разнообразные источники:

- блочные рабочие трансформаторы - через систему нормального электроснабжения,
- резервные трансформаторы,
- резервные дизель – генераторы,
- аккумуляторные батареи,

- кроме того, для каналов САЭ предусмотрена возможность (при необходимости в режиме ручного подключения), использовать дополнительное резервирование от независимого источника в энергосистеме (от ПС 110/10 кВ).

При питании от собственных независимых аварийных источников питания – дизель - генератора обеспечено надежное отключение каждого канала САЭ от СНЭ с помощью двух последовательно установленных секционных выключателей.

Обеспечивается автоматическое выполнение функции электроснабжения оборудования канала СБ. Обеспечено автоматическое введение в работу механизмов СБ:

- при нормальном состоянии системы электроснабжения с.н. блока подключение потребителей СБ на питание от секций САЭ (при необходимости) производится без изменения конфигурации схемы по сигналам из СКУ;

- при обесточивании системы с.н. автоматически производится выделение каждой секции 10 кВ четырёх каналов САЭ в автономный режим работы от резервных дизель –

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 27 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 17 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

генераторов (РДГ). Резервный дизель-генератор каждого канала запускается, подключается и автоматически набирает нагрузку своего канала СБ посредством АСП (автоматической программы ступенчатого пуска).

Секции всех напряжений САЭ постоянно находятся под напряжением.

При внешних и внутренних воздействиях, принятых для данного проекта, САЭ способна выполнять все возложенные на неё функции:

- САЭ защищена от воздействий внешних природных явлений (землетрясений, ураганов, экстремальных температур) и
- от внешних воздействий, связанных с деятельностью человека (падения самолёта, взрыва и ударной волны), а также
- от внутренних воздействий

строительными конструкциями зданий, в которых размещены элементы САЭ и кабели. Все оборудование и кабели САЭ I категории сейсмостойкости размещены в помещениях первой категории сейсмостойкости.

Органы управления и индикация положения выключателей ввода питания (секционных выключателей) на секции 10 кВ САЭ находятся на БПУ и РПУ.

Органы управления и индикация положения выключателей дизель – генераторов находятся на БПУ, РПУ и на щите управления дизель - генератора.

Контрольно-измерительные приборы и аппаратура управления и сигнализации элементов САЭ на БПУ и РПУ независимы, что позволяет управлять с РПУ в том случае, если будет отсутствовать возможность управления и контроля из основного помещения управления - БПУ (подробнее в главе 7 ОООб).

Предусматривается возможность выполнения техобслуживания, ремонта и испытаний аварийной системы электроснабжения и ее элементов в течение всего срока их службы.

Возможность вывода в ремонт одного из четырёх каналов САЭ в режиме нормальной эксплуатации обоснована, и результаты анализа включены в главу 16 ОООб:

Проект САЭ выполнен в соответствии с требованиями действующих в РФ нормативных документов по безопасности без отступлений.

Качественный анализ надёжности САЭ приведён в разделе 8.3.2.11 ОООб главы 8.

Количественный анализ надёжности САЭ приведён в отчётах, выполненных в ВАБ [1-5]. Основные результаты расчётов по указанным отчётам приведены в разделе 8.3.2 ОООб главы 8.

Основные выводы по отчётам количественного анализа надёжности САЭ:

- анализ проекта систем безопасности (СБ) показывает, что полученные показатели надёжности САЭ всех уровней напряжения в совокупности с показателями надёжности системы безопасности, электроснабжение которых обеспечивает САЭ, удовлетворяют требованиям нормативных документов и обеспечивается выполнение системой заданных функций, что соответствует требованию 23 НП-087-11;

- надёжность системы аварийного электроснабжения всех уровней напряжения в основном определяется надёжностью обеспечивающих систем.

12.3.1.1.5 Сравнение с аналогичными проектами

Основные схемные решения и алгоритмы управления САЭ, принятые в настоящем проекте, апробированы имеющимся опытом проектирования, а также подтверждены опытом испытаний и эксплуатации подобных систем на действующих АЭС России, прошли

| | | |
|---------------------------------------|--|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 28 |
|---------------------------------------|--|----|

| | | | |
|--------------------|---|------------------|-----------------|
| АО «АТОМПРОЕКТ» | Ленинградская АЭС-2 Блок 1 Глава 12 Системы безопасности | Изм. 15.08.16 | 12.3.1.1- 18 |
|--------------------|---|------------------|-----------------|

проверку при эксплуатации и испытаниях и на Тяньваньской АЭС в КНР (ТАЭС). Кроме того, значительная часть оборудования и алгоритмов управления являются стандартными для проектов с реакторной установкой типа ВВЭР.

| | | |
|---------------------------------------|---|----|
| LN2O.P.110.1.120301.0301&.030.HD.0001 | Окончательный отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция) | 29 |
|---------------------------------------|---|----|