

РАСШИРЕНИЕ ФУНКЦИЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ПОДДЕРЖКИ ОПЕРАТОРА БЛОЧНОГО ЩИТА УПРАВЛЕНИЯ ЗА СЧЕТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОСТИ

С.А. Андрушечко

ЗАО «Атомтехэкспорт», г. Москва



Работа посвящена описанию разработки и реализации системы представления параметров безопасности (SPDS) для 1-2 блоков Кольской АЭС с реакторами ВВЭР-440. Система SPDS основана на современном представлении о состоянии безопасности блока на основе так называемых критических функций безопасности (КФБ). В статье описаны принятые для этих блоков КФБ степени серьезности их нарушения и принципы контроля КФБ для сохранения барьеров безопасности, предотвращающих проникновение радиоактивности в окружающую среду. Описаны реализованные алгоритмы КФБ и человеко-машинного интерфейса, а также структура и технические средства SPDS.

Пристальное внимание общества и специалистов к безопасности ядерных технологий на протяжении последних 20 лет привели к практически революционному повышению одновременно безопасности и качества этих технологий.

Этот процесс происходит также и на энергоблоках с реакторами ВВЭР-440. Эти блоки (проект В-230) относятся к блокам первого поколения, которые проектировались в середине 60-х годов на основе требований действовавших в то время нормативно-технических документов. За время их эксплуатации значительно повысились требования правил и норм по безопасности. Соответственно изменившейся нормативной базе по безопасности изменился и уровень проектных и конструкторских требований к системам блока.

Одним из мероприятий, проведенных для повышения безопасности блоков с ВВЭР-440 (в соответствии с «Концепцией повышения безопасности 1 и 2 блоков Кольской АЭС»), была замена устаревшей информационно-вычислительной системы ИВ-500МА на комплекс ИВС-В440.01, основанный на микропроцессорных субкомплексах контроля и управления (МСКУ).

Основанный на новой элементной базе, технологический комплекс МСКУ является двухканальной системой, он позволяет принимать и архивировать не только аналоговые сигналы, но и дискретные. Для вывода информации на БЩУ используют буквенно-цифровые индикаторы (БЦИ) и персональные компьютеры с представлением оператору информации о параметрах процессов с указанием верх-

ней и нижней уставок предельных значений параметра. Поэтому в результате замены ИВ-500МА на ИВС-В440.01 были увеличены надежность и безопасность, а также и экономичность работы энергоблока.

Однако для современного уровня информационной поддержки оператора энергоблока простой замены информационной системы уже недостаточно. По нормативным документам (в частности, ОПБ-88/97 [1]) требуется, чтобы проектом были предусмотрены системы информационной поддержки оператора, в том числе система оперативного представления обобщенной, систематизированной информации, характеризующая текущее состояние безопасности реакторной установки и АЭС в целом.

Именно поэтому возникла проблема отыскания такого способа обобщения и представления информации, которая позволила бы оператору быстро оценить обстановку на энергоблоке, с точки зрения безопасности, по минимальному числу обобщенных и систематизированных параметров.

Отметим, что и до внедрения специальных информационных систем безопасности для ведения текущего контроля работы энергоблока использовалось большое количество информации в виде аналоговых и дискретных сигналов. Но необходимые для контроля сигналы, во-первых, располагаются в разных местах блочного щита управления (БЩУ), что затрудняет контроль протекания процессов, особенно в переходных режимах работы, а во-вторых, эта информация представляется в необработанном, т.е. необобщенном виде. Эти факторы затрудняют работу оператора БЩУ по быстрому и правильному реагированию на внештатную ситуацию, определению причины ее возникновения, контролю ее протекания, правильности срабатывания защит и блокировок, т.е. в условиях переходных процессов имеется потребность производить контроль текущего состояния безопасности всего процесса в целом.

Современные компьютеры и программы дают возможность не только регистрировать и отображать исходную информацию, но и обобщать ее по определенным алгоритмам, обрабатывая ее в режиме реального времени и представляя оценку текущего состояния на экране дисплея, расположенного на БЩУ, причем в концентрированном и визуальном удобном виде. Подобные системы на АЭС могут быть использованы для режимов нормальной эксплуатации, но их ценность многократно возрастает для режимов с нарушением нормальной эксплуатации, поскольку такая система позволяет более оперативно обнаруживать аномалии в состоянии энергоблока.

Впервые требования к подобным системам были разработаны Комиссией по ядерному регулированию США (NRC) для АЭС США, а затем на их основе был разработан международный стандарт IEC-960 «Функциональные конструкторские критерии для системы представления параметров безопасности для АЭС (SPDS)».

С учетом изложенного, было принято решение о разработке и внедрении на 1, 2 блоках Кольской АЭС аналогичных систем представления параметров безопасности (в международном обращении принята аббревиатура SPDS).

Особо отметим, что разработанная система была впервые создана для АЭС с ВВЭР-440 России, однако из-за таможенных задержек ее внедрение осуществлено чуть позднее, чем внедрение подобной системы на Нововоронежской АЭС.

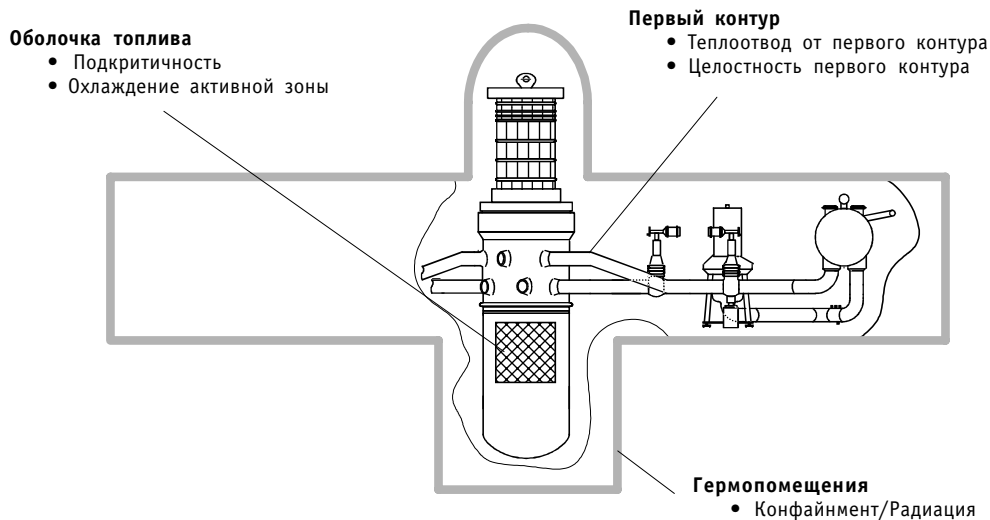


Рис. 1. Системы, предотвращающие выход радиоактивных веществ в окружающую среду

ЦЕЛЬ СОЗДАНИЯ И ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ SPDS БЛОКОВ КОЛЬСКОЙ АЭС

Целью создания подсистемы МСКУ для представления особым образом скомпонованных технологических параметров является оказание дополнительного, справочного представления информации персоналу БЩУ о текущем состоянии уровня безопасности 1 и 2 энергоблоков Кольской АЭС. Для осуществления этой цели система SPDS непрерывно получает из штатных систем сбора и обработки данных основные параметры технологического процесса, вычисляет и определяет по этой информации состояние некоторых обобщенных функций, характеризующих состояние безопасности. В дополнение к информации для БЩУ, эта система может быть использована для снабжения данной информацией также кризисных центров, расположенных как на площадке АЭС (вне основных БЩУ), так и вне площадки АЭС.

Идеология систем SPDS основана на контроле так называемых критических функций безопасности. **Критическая функция безопасности (КФБ)** – это определенным образом сгруппированный набор параметров, определяющий безопасность эксплуатации блока с точки зрения сохранения целостности физических барьеров на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду. КФБ выбираются таким образом, чтобы оператор мог постоянно и корректно определять состояния блока даже при неблагоприятных условиях.

Принцип контроля КФБ заключается в том, что безопасная эксплуатация блока может быть обеспечена не контролем большого объема информации блока на БЩУ, а при поддержании лишь ограниченного числа КФБ. Информация по КФБ организована так, чтобы оператор не пропустил важной информации, и в то же время не был перегружен второстепенной, из которой ему в условиях недостатка времени необходимо выбирать наиболее существенную для идентификации условий протекания процесса.

Как известно, конечной целью безопасности является предотвращение утечки радиоактивных продуктов в окружающую среду за счет реализации концепции глубокоэшелонированной защиты, основанной на применении физических барьеров и системы технических и организационных мер по их защите и сохранению

эффективности. Для предотвращения утечки радиоактивных продуктов в окружающую среду в случае возникновения аварийной ситуации, как минимум, один из физических барьеров должен оставаться неповрежденным.

При разработке SPDS Кольской АЭС были рассмотрены три реальных физически закрытых системы, вложенных одна в другую и предотвращающих выход радиоактивных веществ в окружающую среду. Границы этих физически закрытых систем являются физическими барьерами на пути распространения ионизирующих излучений и радиоактивных веществ в окружающую среду, их схема изображена на рис. 1. Эти три барьера: оболочка топлива (внутренний), первый контур (промежуточный), герметичные помещения блока (внешний).

Основные действия, выполняемые для обеспечения безопасности работы блока, основаны именно на контроле и обеспечении сохранности физических барьеров. В SPDS 1, 2 блоков Кольской АЭС в качестве контролируемых выбраны пять КФБ, выстроенных в приоритетном порядке (см. рис. 2):

- «Подкритичность» и «Охлаждение активной зоны», направленные на обеспечение целостности оболочки топлива;
- «Теплоотвод от первого контура» и «Целостность первого контура», направленные на обеспечение целостности первого контура;

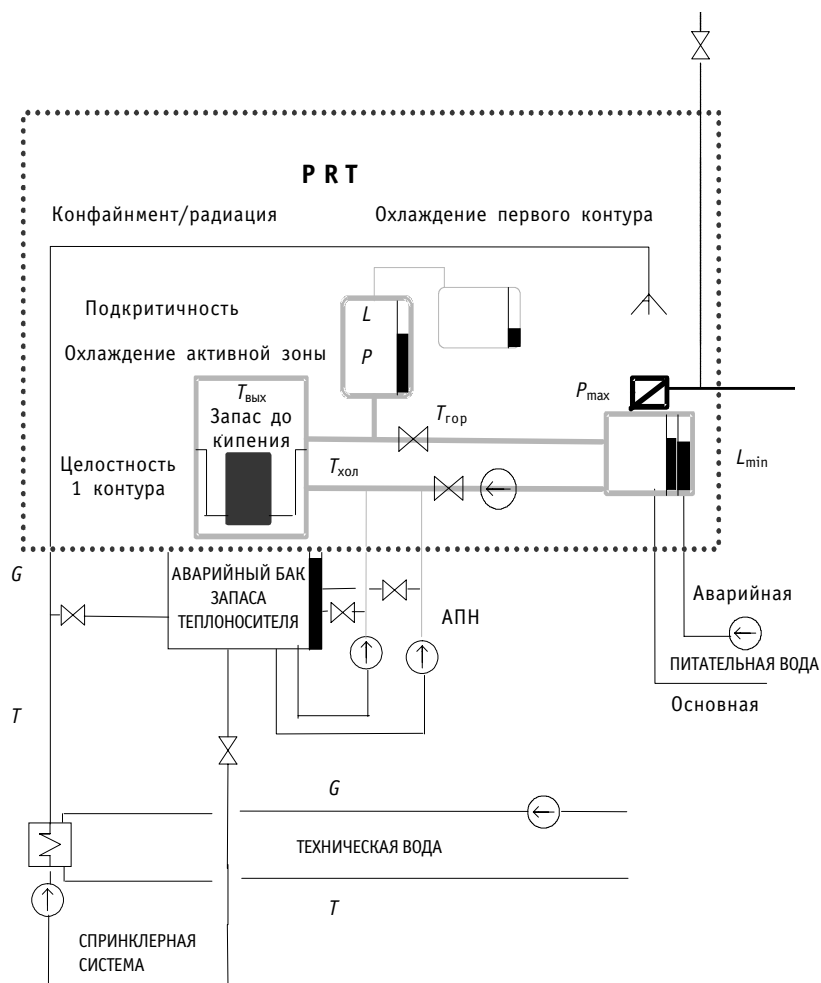


Рис. 2. Физические барьеры: ■ оболочка топлива; □ первый контур; ▤ контуритмент

- «Конфайнмент/Радиация», направленная на обеспечение целостности герметичных помещений.

Критические функции безопасности определены таким образом, что если они сохранены или восстановлены, то это означает, что удалось избежать плавления активной зоны. В то же время КФБ не будут выдавать никаких сигналов тревоги, если теплогидравлическое состояние процесса не имеет существенного отклонения от нормального состояния даже при больших переходных режимах, таких как отключение турбины или плановый останов реактора.

SPDS имеет определенную стратегию управления процессом для приведения блока в безопасное состояние при нарушениях КФБ. Для того, чтобы разработать эту стратегию управления, для КФБ определены взаимосвязанные приоритеты: «Подкритичность» – это наивысший приоритет, затем следуют «Охлаждение активной зоны», «Теплоотвод от первого контура», «Целостность первого контура» и «Конфайнмент/Радиация».

Действия по контролю за КФБ направлены на достижение конкретных целей:

- КФБ «Подкритичность» должна контролироваться для того, чтобы минимизировать выработку теплоты в переходном процессе, связанном с безопасностью;
- целью контроля КФБ «Охлаждение активной зоны» является обеспечение отвода тепла от активной зоны реактора;
- КФБ «Теплоотвод от первого контура» контролирует передачу теплоты от первого контура к пункту конечного теплоотвода (конечного поглотителя тепла);
- КФБ «Целостность первого контура» должна контролироваться для предупреждения возникновения недопустимого давления первого контура. КФБ «Конфайнмент/Радиация» предназначена для контроля плотности герметичных помещений и уровня радиации в них.

Кроме этого для каждой КФБ введено 3 степени серьезности, необходимые для того, чтобы быстро получить справку одновременно о серьезности состояния процесса и направлении изменения состояния процесса:

1 = СЕРЬЕЗНО, системы нормальной эксплуатации не способны поддерживать КФБ в их безопасном состоянии;

2 = ОПАСНО, системы безопасности не способны полностью восстановить КФБ;

3 = УГРОЖАЮЩЕ, может возникнуть разрушение активной зоны или радиоактивный выброс.

Вне шкалы серьезности находится безопасное состояние (**0 = БЕЗОПАСНО**, не требуются никакие действия для обеспечения безопасности)

Степени серьезности указывают на самую важную проблему, существующую на определенный момент развития аварии, и позволяют определить последовательность предпринимаемых восстановительных действий.

Представление SPDS было создано для того, чтобы на основе взаимной приоритетности КФБ и степеней их серьезности разработать так называемую *адекватную стратегию управления*.

Естественно, что невозможно разработать алгоритмы КФБ и аварийные инструкции для всего спектра аварий, но, тем не менее, действия оператора по ликвидации аварии должны быть достаточно адекватны сложившейся ситуации.

Реализация *адекватной стратегии управления* заключается в следующем:

- сначала попробовать восстанавливать КФБ, имеющую самую высокую степень серьезности;
- если несколько КФБ имеют одинаковую степень серьезности, сначала попробовать восстановить ту, которая занимает самое высокое место в приоритете;
- если деградировавшая КФБ поддерживается системой безопасности, как пре-

дусмотрено проектом, или она не может поддерживаться лучше, то попробовать поддерживать следующую КФБ, согласно правилам А и В;

- при работе, согласно правилам А, В, и С, не оставлять ни одну деградировавшую КФБ без поддержки, если что-либо можно сделать.

Разработанные алгоритмы КФБ вместе с аварийными инструкциями должны обеспечить поддержку оперативного персонала при приведении блока к состоянию холодного останова без какого-либо большого повреждения активной зоны реактора, даже если инцидент остается неизвестным.

АЛГОРИТМЫ КФБ И ЧЕЛОВЕКО-МАШИННОГО ИНТЕРФЕЙСА

Рассмотрим алгоритмы обработки параметров для оценки КФБ на примере КФБ «Охлаждение активной зоны».

Для данной КФБ контролируются количество теплоносителя первого контура; достаточность подачи теплоносителя; состояния теплоносителя и охват активной зоны.

Здесь используются следующие физические параметры: уровень в компенсаторе объема (КО), расход аварийного впрыска, запас до кипения и температура на выходе из активной зоны.

Уровень в КО не должен быть слишком низким. Запас до кипения, основанный на температуре на выходе из активной зоны при данном давлении, не должен быть слишком низок, а также расход аварийного впрыска не должен быть слишком низок, если запас до кипения снизился. Увеличенная температура на выходе из активной зоны указывает на уменьшенный теплоотвод от активной зоны и, в экстремальном значении, на то, что зона приближается к точке плавления.

Признак снижения контролирует, не обходит ли течь теплоносителя конфейнмент. Это означает, что в случае аварии с потерей теплоносителя объединенная система (первый контур с конфейнментом) является открытой.

Сигнализация 1-й степени серьезности «выпадает», если выполняется любое из следующих условий:

- 1) значение запаса до кипения ниже установленного значения a (т.е. $\Delta T < a$) после некоторой временной задержки T_1 ;
- 2) давление первого контура слишком низкое по сравнению с давлением в парогенераторе (ПГ);
- 3) уровень в КО ниже определенного значения b ($L_{КО} < b$);
- 4) один канал аварийного впрыска АПН работает с расходом ниже e (т.е. $G_{АПН} < e$), когда запас до кипения ниже a ($\Delta T < a$);
- 5) уровень в баке аварийного запаса теплоносителя ниже k ($L < k$).

Сигнализация 2-й степени серьезности «выпадает», если выполняется любое из следующих условий:

- 1) температура на выходе из активной зоны выше значения c ($T_{вых} > c$);
- 2) значение запаса до кипения ниже установленного значения d (т.е. $\Delta T < d$) после временной задержки T_2 ;
- 3) характеристики аварийного впрыска неадекватны: оба канала АПН работают с расходом ниже значения e ($G_{АПН} < e$), когда запас до кипения ниже a после временной задержки T_3 ;
- 4) уровень в баке аварийного запаса теплоносителя ниже l ($L < l$).

Сигнализация 3-й степени серьезности «выпадает», если выполняется любое из следующих условий:

- 1) температура на выходе из активной зоны выше g ($T_{вых} > g$);
- 2) аварийный впрыск отсутствует, т.е. оба канала АПН работают с расходом

ФБ показывается в зависимости от их степени серьезности с помощью штрихграфических символов. Состояние сработавшей сигнализации обозначается кодированным цветом. На формате также представлены значения измеряемых физических величин и расчетных переменных. Направление изменения параметра обозначено знаками «+» и «-» (увеличение/уменьшение соответственно).

Некоторая дополнительная информация отражается на формате ФБ, чтобы показать работу аварийных систем. Это уменьшает потребность оператора искать информацию на других экранах. Например, на формате первого контура представлены основные параметры процесса: нейтронный поток, средняя температура петель, уровень в КО, запас до кипения, давление первого контура, среднее давление работающих парогенераторов, осуществляющих теплоотвод, давление и температура в конфайнменте и др. В нижней части формата представлены специфические данные для каждой петли, чтобы показать, касается ли проблема одной конкретной петли или всех петель сразу.

Основные переменные процесса могут использоваться оперативным персоналом, чтобы оценить возможное событие. Существуют, как отмечалось, также форматы «холодного охрупчивания» и «запаса до кипения».

В среде программного обеспечения (PMS) имеется также набор других стандартных форматов: хронологии выпадения сигнализации и журнал событий; хронологических групп кривых и соответствующие численные отчеты; базы данных, содержащие переменные в различных состояниях.

Специально для обслуживания системы имеется несколько дополнительных видов форматов.

В отличие от традиционного набора форматов, являющихся атрибутами существующих систем SPDS, специально для Кольской АЭС разработан ряд дополнительных справочных форматов. Три формата являются так называемыми «Обзорными форматами»:

- аварийные ситуации;
- система первого контура;
- система второго контура.

Этот тип форматов дает оператору/пользователю возможность получить более всестороннее представление о процессе, что является очень важным при нарушении нормальной эксплуатации.

Статус ФБ на дополнительных форматах всегда виден в виде так называемой «мини-матрицы ФБ» в нижнем правом углу при активировании любой функции экрана монитора в любой момент. Эта мини-матрица ФБ состоит из маленьких прямоугольников 3×3, каждый из которых представляет сигнальную информацию ФБ в том же самом порядке, как и на формате ФБ.

СТРУКТУРА И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА SPDS «ПОДСИСТЕМА МСКУ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ БЕЗОПАСНОСТИ 1, 2 БЛОКОВ КОЛЬСКОЙ АЭС»

Разработанная в рамках SPDS «Подсистема МСКУ» является одним из абонентов сети МСКУ информационно-вычислительной системы технологического контроля ИВС-В440.01 для энергоблока с реактором ВВЭР-440, которая вводится как дополнительная к существующим по проекту информационным системам БЩУ (рис. 4), и служит для представления персоналу дополнительной справочной информации. «Подсистема МСКУ...» предназначена для работы в составе оборудования ИВС-В440.01 на действующем энергоблоке с реактором ВВЭР-440 (В-230) – блоки 1, 2 Кольской АЭС, выполняя

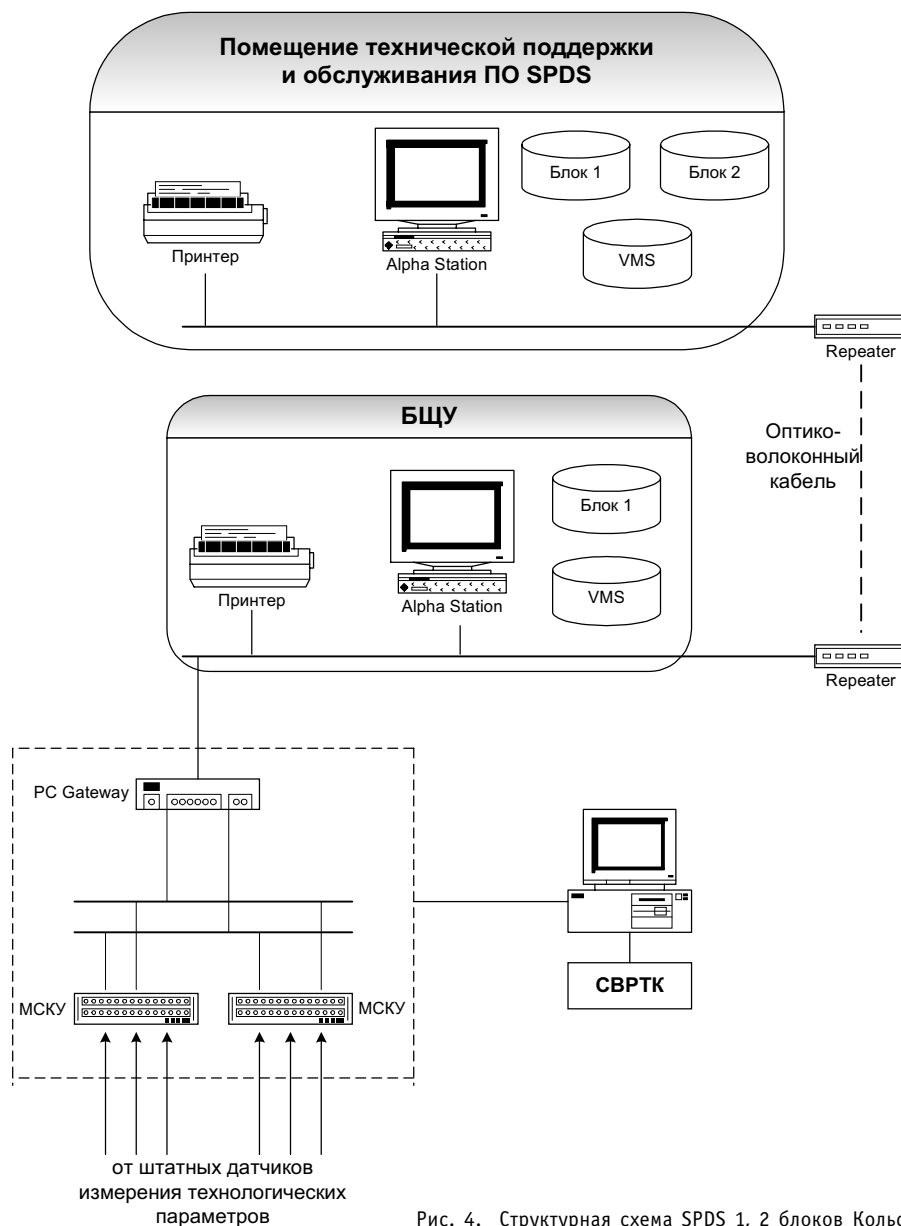


Рис. 4. Структурная схема SPDS 1, 2 блоков Кольской АЭС

- оперативное получение из МСКУ и СВРПК пакетов аналоговых и дискретных сигналов, их обработку и представление в проектом объеме оперативной информации о состоянии систем энергоблока;
- проведение в рабочих станциях DEC Alpha Station необходимых расчетов алгоритмов функций безопасности;
- отображение на мониторах рабочих станций DEC Alpha Station по вызову фрагментов представления информации, графиков, архивных параметров, инструментов для корректировки баз данных в проектом объеме;
- регистрацию технологических параметров и сигнализаций о нарушениях функций безопасности;
- архивирование всех входящих аналоговых и дискретных сигналов, а также

архивирование в файл сигналов по выбору, необходимых для анализа причин и протекания аварий;

«Подсистема МСКУ...» является «человеко-машинной» системой и поэтому оперативно-технологический персонал также необходим для выполнения целевых функций, как и программно-технические средства. В состав этого персонала входят: начальник смены очереди (НСО); начальник смены реакторного цеха (НС РЦ); ведущий инженер по управлению реактором (ВИУР); ведущий инженер по управлению турбиной (ВИУТ).

Для удобства оперативного персонала в данном проекте применены современные средства отображения информации – 21-дюймовые цветные графические мониторы рабочих станций с высокой разрешающей способностью, что позволит значительно улучшить процесс восприятия поступающей информации, и снизит процент ошибок, допускаемых оперативным персоналом.

Эргономические решения к визуальным средствам отображения обеспечивают необходимые производственные, яркостные, частотные характеристики зрительных образов. Учитывая широкие возможности мониторов рабочих станций, может быть установлено оптимальное соотношение яркостей в поле зрения оператора, обеспечивающее четкость изображения, а также уровень для правильной передачи в изображении яркостных характеристик отображаемых объектов.

ДЕЙСТВИЯ ОПЕРАТИВНОГО ПЕРСОНАЛА В УСЛОВИЯХ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ «ПОДСИСТЕМЫ МСКУ...»

Деятельность оперативного персонала БЩУ складывается из ряда фаз: наблюдение; диагностика (анализ); планирование (выработка управляющих воздействий); реализация планов (т.е. управление объектом).

Как показали исследования деятельности оперативного персонала в различных режимах работы энергоблока, для каждой фазы она различна. Характерным свойством реальной деятельности оперативного персонала является наличие ярко выраженной ведущей фазы в каждом технологическом режиме работы энергоблока. Так, для режимов пуска энергоблока и переключений, связанных с набором мощности – это фаза выполнения планов (регламента), для режимов нормальной эксплуатации и аварийных ситуаций – фаза наблюдения, а для режима отклонений или нарушений – фаза диагностики.

Образный характер оперативного мышления проявляется на всех фазах деятельности оперативного персонала БЩУ и в полной мере зависит от применяемых средств отображения информации и их светотехнических, конструктивных и эргономических характеристик, а также компоновочных решений.

При проектировании «Подсистемы МСКУ» в полной мере учтены результаты анализа действий оперативного персонала в условиях нормальной эксплуатации и при нарушении нормальной эксплуатации. Поэтому при проектировании системы ИВС-В440.01 реализованы следующие основные принципы: «Подсистема МСКУ» вводится как дополнительная к существующим по проекту информационным системам БЩУ, и будет служить только для представления персоналу дополнительной, справочной информации. В связи с этим она располагается за спиной у операторов БЩУ. Однако при нарушениях уставок и функций безопасности автоматически подается звуковая сигнализация, имеющая тональность, позволяющую однозначно определить сигнализацию «Подсистемы МСКУ».

Информация для оперативного персонала представлена на одном экране монитора, расположенном на БЩУ, в обработанном, концентрированном и визуальном хорошо оформленном виде.

На специальном формате представлена информация по состоянию функций безопасности, дающая оценку текущего состояния энергоблока. При этом при смене формата на любой другой информация по состоянию функций безопасности всегда отображается в специальном поле экрана в виде мини-матрицы. На монитор одновременно можно выводить несколько фрагментов, удобных для оператора, отображающих технологические схемы, тренды, графики с указанием текущих значений параметров, информацией о нарушении уставок. Это, в свою очередь, обеспечивает образность восприятия технологических ситуаций, высокую скорость отображения информационного потока и адекватность его восприятия оперативным персоналом БЩУ.

Оперативному персоналу запрещается использовать «Подсистему МСКУ...» в качестве источника информации для принятия решений. В случаях срабатывания сигнализации о нарушении функций безопасности или нарушении отдельных параметров энергоблока, оперативный персонал должен проверить по показаниям штатных приборов БЩУ параметры, по которым «Подсистема МСКУ...» выдала сигнализацию, и принимать решения, основываясь только на показаниях штатных приборов БЩУ.

Таким образом, можно утверждать, что внедрение на блоках 1, 2 разработанной системы обеспечит снижение вероятности возникновения на блоке аварий за счет своевременного выявления симптомов нарушений в работе энергоблока, снижения количества ошибочных действий персонала, связанных с неправильной оценкой ситуации и/или с принятием неправильных решений, контроля правильности выполнения аварийных действий.

Литература

1. Общие положения обеспечения безопасности атомных станций. ОПБ – 88/97, НП-001-97 (ПНАЭ Г-01-011-97).

Поступила в редакцию 3.11.2004

ABSTRACTS OF THE PAPERS

УДК 620.9:519.7

Interregional Energy Exchange Modeling by Using MESSAGE Code \ E.V. Fedorova, T.G. Zorina; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2004. – 9 pages, 2 tables, 13 illustrations. – References, 9 titles.

MESSAGE successful application for interregional energy exchange modeling was demonstrated. MESSAGE is a IIASA program product which is distributed among the Member States as an energy systems prognosis tool. The simulation result is the optimum energy system strategy. The optimization criterion is minimum of total levelized system costs. The existing energy interchange scheme between Russia and Belarus was considered as a test problem. Russian gas, oil and electricity export to Belarus and Belarus motor fuel export to Russia was modeled. Nuclear energy was considered to be an alternative energy source for Belarus energy system.

УДК 621.039.58

Extension of Control Room Operator Information Support by the SPDS System Installation \ S.A. Andrushechko; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2004. – 11 pages, 4 illustrations. – References, 1 title.

The article is devoted to description of development and design of safety parameters display system (SPDS) for the 1, 2 units of Kola NPP with WWER-440 reactors. This system is based on advance representation of unit safety on the base of «Critical safety functions» (CSF). Accepted CSF for Kola units and degree of their severity while abnormal and accidental conditions, principles of CSF control for safety barriers destruction prevention are described. Algorithms of CSF calculations and man-computer interface and technical means of SPDS are also described.

УДК 621.039.53

Video-monitoring System of In-core Constructions for WWR-c Reactor \ O.Yu. Kochnov, N.D. Lukin; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2004. – 3 pages, 5 illustrations. – References, 2 titles.

The requirements of video-monitoring system for WWR-c reactor (Obninsk) was presented in this article. The short characteristics and structure scheme of this device was done. The results of video-monitoring process was shown. The conclusion about possibilities of using such equipment for additional purposes in the future was done.

УДК 621.039.532.21

Calculation of the Reactor Graphite Durability for RBMK-1000 Considering the Axial Irregularity of Energy Release \ V.I. Boiko, V.V. Shidlovskiy, V.N. Nesterov, I.V. Shamanin, A.V. Ratman; Editorial board of Journal «Izvestia visshikh uchebnikh zavedeniy, Yadernaya energetika» (Communications of Higher Schools. Nuclear Power Engineering) – Obninsk, 2004. – 5 pages, 2 illustrations. – References, 3 titles.

The work given suggests the calculation of the reactor graphite durability for RBMK-1000 considering the axial irregularity of energy release. The paper covers the following aspects: procedure of the computation of the arrays of the product uranium-graphite reactor operational parameters; the volumetric heat intensity distribution considering the axial reactor core profiling; the methods of the calculation of the axial distribution of critical neutron fluence considering real equivalent radiation temperature of the graphite reactor and the values of neutron fluence (neutron energy higher than 180 keV) on the inside surface of the graphite block and average values.