

АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ ПОДХОДОВ РАЗРАБОТКИ РУКОВОДСТВ И ИНСТРУКЦИЙ ПО УПРАВЛЕНИЮ ЗАПРОЕКТНЫМИ АВАРИЯМИ НА АЭС С ВВЭР

© 2011 г. В. И. Скалозубов, Хадж Фараджаллах Даббах А. *,
К. В. Скалозубов, Г. С. Драган *

Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины, Киев
**Одесский национальный политехнический университет*
***Одесский национальный университет*

Представлен анализ разрабатываемых в последнее время руководств по управлению запроектными авариями и симптомно-ориентированных инструкций. Показано, что более перспективным является разработка симптомно-ориентированных инструкций, учитывающих все возможности проектов ВВЭР по управлению запроектными авариями.

Ключевые слова: запроектная авария, симптомно-ориентированный подход, управление аварией.

В монографии [1] представлен анализ международного и отечественного опыта в области разработки и внедрения руководств по управлению запроектными авариями (РУЗА) и симптомно-ориентированных инструкций (СОАИ), используемых для управления, ликвидации и/или смягчения последствий запроектных аварий (ЗПА). На основе представленного в [1] анализа установлено, что используемые до 2000 г. в ядерной энергетике Украины РУЗА обладают целым рядом недостатков, основные из которых заключаются в следующем.

1. РУЗА недостаточно эффективно и корректно использовали перспективные симптомно-ориентированные подходы при идентификации исходных событий (ИС) и аварийных последовательностей ЗПА (АП ЗПА):

разные группы ИС (например, течи 1-го контура), которым в общем случае соответствуют различные наборы, последовательности, и конфигурации систем, обеспечивающих выполнение критических функций безопасности (КФБ), а соответственно и разные алгоритмы управления ЗПА, имеют одинаковые (или почти одинаковые) наборы симптомов (признаков) возникновения ИС и АП ЗПА;

при формировании симптомов (признаков) недостаточно использовались принципы адекватности и минимальной достаточности как для первичных симптомов (отражающих возникновение конкретной группы ИС), так и вторичных симптомов (отражающих развитие АП ЗПА)

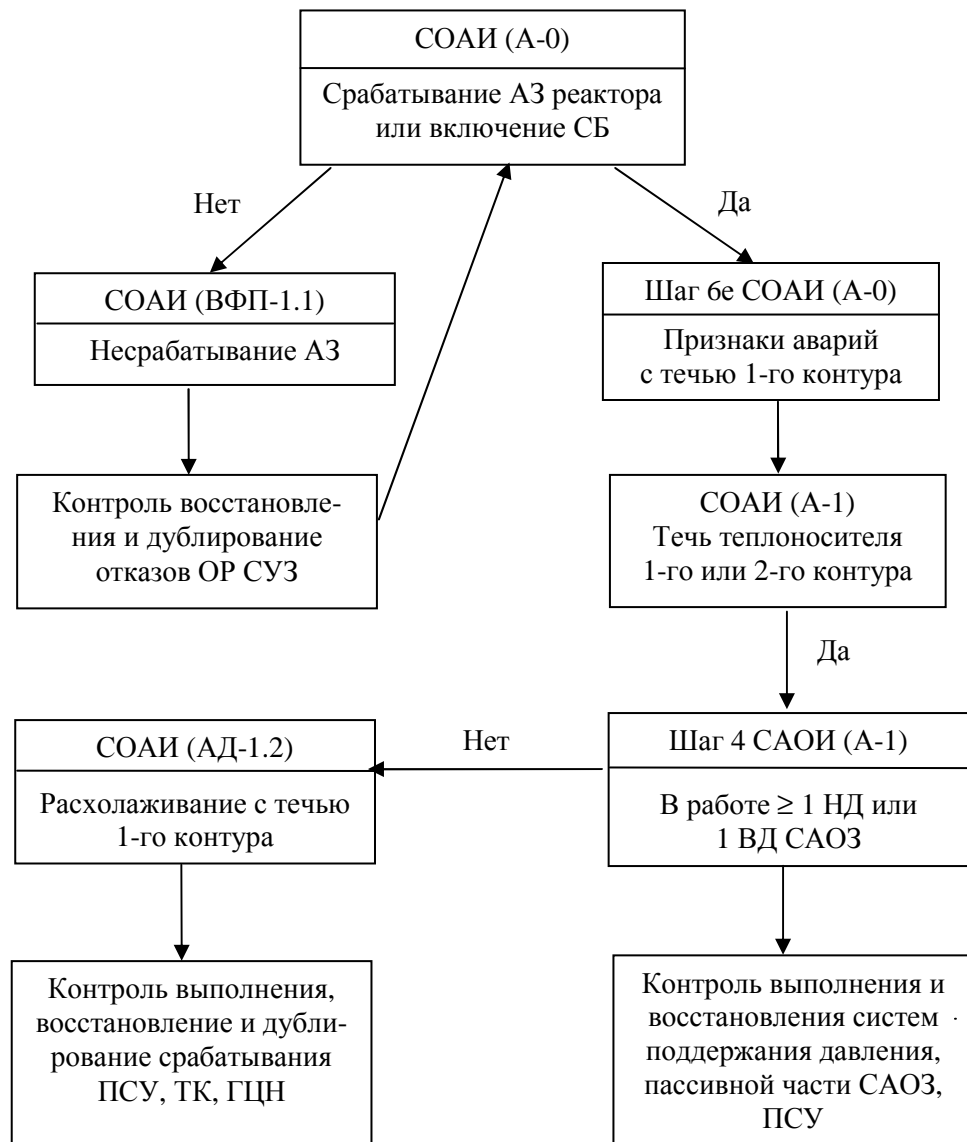
2. РУЗА имеют недостаточное методическое обеспечение и обоснование алгоритмов/процедур управления ЗПА. Основное направление процедур/действий персонала должно быть направлено на контроль, восстановление (в случае отказа) работоспособности и дублировании систем, обеспечивающих выполнение КФБ в процессе ЗПА [1].

Возможными причинами этих и других недостатков ранее действовавших РУЗА является отсутствие на тот момент результатов углубленного анализа безопасности украинских АЭС с ВВЭР вероятностными и детерминистскими методами (прошедшие необходимую верификацию и валидацию), а также отсутствие достаточно обоснованных СОАИ. Разработанные в начале 2000-х годов отчеты по анализу безопасности (ОАБ) украинских АЭС с ВВЭР должны были стать основной разработкой качественно нового уровня РУЗА.

Анализ модернизированных по результатам ОАБ РУЗА (например, [2]) позволяет определить следующие комментарии (на примере доминантных для безопасности групп аварий с малыми течами 1-го контура, некомпенсируемые системой подпитки-продувки (станционное обозначение системы – ТК)):

1. Расчетные обоснования ОАБ позволили вполне корректно определить в РУЗА [2] основные стратегии управления авариями, направленные на предотвращение их перехода в тяжелую аварию и/или смягчение последствий.

2. В соответствии с расчетными обоснованиями ОАБ для ИС с малыми некомпенсируемыми ТК течами 1-го контура необходимыми системами для обеспечения выполнения КФБ и предотвращения перехода в тяжелую аварию являются: система аварийной защиты (АЗ); активная и пассивная часть системы аварийного охлаждения зоны (САОЗ); система паросбросных устройств 2-го контура (ПСУ) и система аварийного газоудаления (станционное обозначение системы – YR). Однако необходимые процедуры/действия персонала по восстановлению работоспособности (в случае отказа) и по дублированию отказавших и невосстановленных критичных систем определены только для активной части САОЗ. Несомненно, что учет возможных отказов активной части САОЗ (в данном случае для управления аварией) является наиболее важным: вероятность отказа активных элементов значительно выше вероятности отказа пассивных элементов, а полный невосстановленный отказ всех каналов активной части САОЗ приводит к повреждению активной зоны реактора при любых дублирующих действиях других систем. Но «потеря» других возможных аварийных последова-



Структурная схема СОАИ [3] по управлению с течью 1-го контура.
 (СБ – системы безопасности; ОР СУЗ – органы регулирования системы управления защиты;
 ВД - высокого давления; ПСУ – паросбросные устройства; НД – низкого давления;
 ГЦН – главный циркуляционный насос)

тельность (без отказа активной части САОЗ) для управления аварией в данном случае также является недопустимой, так как в конечном итоге снижает безопасность и обеспеченность 4-го уровня глубоководной защиты (по ОПБУ-2008).

3. В РУЗА [2] большинство действий персонала по контролю выполнения КФБ, восстановлению и дублированию отказавших систем, обеспечивающих выполнение КФБ, не конкретизированы и носят слишком общий характер: «проконтролировать включение...», «обеспечить восстановление...» и т. п.

Разработанные в последнее время по результатам расчетно-аналитических обоснований ОАБ СОАИ основаны на следующих основных положениях (на примере [3]):

1. СОАИ оперируют не идентифицированными ИС аварий, а отдельными унифицированными процедурами, имеющими характерные признаки (или условия их выполнения) при различных аварийных ситуациях. Одним из преимуществ такого подхода является исключение необходимости оператору дополнительно идентифицировать принадлежность аварии к установленной группе ИС (например, малые или средние или большие течи 1-го контура).

2. В состав СОАИ входят два типа процедур:

процедуры оптимального восстановления (шифры – А, АД, АРЗ);

процедуры восстановления КФБ (шифры – ВФ/П/З/Т/Ц/Г/Р).

3. Процедуры СОАИ соответствуют как проектным, так и запроектными авариям (кроме тяжелых аварий).

Структурная схема по реализации СОАИ [3] при управлении авариями с течью 1-го контура представлена на рисунке. Анализ реализации СОАИ в данном случае позволяет сделать следующие комментарии:

1. Признаки (симптомы) условий применения отдельных процедур в целом соответствуют принципам адекватности и минимальной достаточности [1]

2. Процедуры СОАИ направлены, в том числе на контроль выполнения, восстановления (в случае отказа) и дублирования (в случае невозможности восстановления) систем, обеспечивающих выполнение КФБ.

3. СОАИ максимально используют возможности действующих реакторов ВВЭР при управлении запроектными авариями с течью 1-го контура.

Выводы

Внедрение РУЗА для АЭС Украины в рамках принятых подходов требует существенной доработки и усовершенствования. Предпочтение следует отдавать дальнейшему развитию и внедрению СОАИ, которые максимально используют возможности энергоблоков с ВВЭР для управления запроектными авариями. Необходимо дальнейшая доработка СОАИ в части управления тяжелыми авариями.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Основы управления запроектными авариями на АЭС с ВВЭР* / В. И. Скалозубов, А. А. Ключников, В. Н. Колыханов и др. – ИПБ АЭС НАНУ: Чернобыль – 2010г.
2. *Руководство по управлению запроектными авариями* / ОО. УЦ. РО. Пс. 508 – Запорожская АЭС. – 2006.
3. *Симптомно-ориентированные аварийные инструкции* / 5 бл. Запорожская АЭС. – 2009.

АНАЛІЗ СУЧАСНИХ ПІДХОДІВ РОЗРОБКИ КЕРІВНИЦТВ ТА ІНСТРУКЦІЙ З УПРАВЛІННЯ ЗАПРОЕКТНИМИ АВАРІЯМИ НА АЕС ІЗ ВВЕР

В. І. Скалозубов, Хадж Фараджаллах Даббах А., К. В. Скалозубов, Г. С. Драган

Представлено аналіз посібників з управління позапроектними аваріями та симптомно-орієнтованих інструкцій, що розробляються останнім часом. Показано, що більш перспективним є розробка

симптомно-орієнтованих інструкцій, що враховують усі можливості проектів ВВЕР з управління за-
проектними аваріями.

Ключові слова: запроектна аварія, симптомно-орієнтований підхід, управління аварією.

**ANALYSIS OF CURRENT APPROACHES DEVELOPMENT OF GUIDELINES
AND PROCEDURES ON DESIGN ACCIDENTS AT NUCLEAR POWER PLANTS WITH WWER**

V. I. Skalozubov, Haj Farajallah Dabbach A., K. V. Skalozubov, G. S. Dragan

There is presented the analysis of the guidance on managing beyond design based accidents and symptom-directed instructions developed recently. It is shown that development of the symptom-directed instructions taking into account all of possibilities of WWER designs for managing beyond design based accidents is more perspective.

Keywords: beyond design based accident, symptom-directed approach, management of accident.

Поступила в редакцію 12.08.10