

Доклад
"Углубленная оценка безопасности 1 блока ХАЭС
на основе концепции нелидирующего блока"

Работа, с которой мы с моими коллегами хотели бы познакомить глубокоуважаемую аудиторию, хотя и связана с разработкой стандартного ВАБ уровня 1 для внутренних событий, отличается несколько нестандартным подходом к ее выполнению.

1. Проект "УОБ 1 блока ХАЭС" - прототип выполнения углубленного анализа безопасности для нелидирующего блока. (пилотный проект для непилотного блока)

В связи с ограничениями во времени, средствах и технических возможностях ВАБ разработаны в Украине с нуля для трех лидирующих станций, а затем результаты адаптируются для разработки ВАБ для энергоблоков с однотипными реакторными установками.

Цели проекта:

- передача технологий выполнения УОБ АС в полном объеме;
- разработка части разделов Отчета по Анализу Безопасности;
- специфическая цель: разработка отдельных элементов УОБ, специфических для ХАЭС (в частности – ВАБ уровня 1 для внутренних событий) на основе адаптации результатов УОБ лидирующего блока с целью сокращения затрат и времени разработки.

2. Концепция использования элементов ВАБ лидирующего блока при выполнении ВАБ нелидирующего блока.

В рамках проекта специалистами DS&S и ХАЭС разработана специальная концепция, описывающая методологию адаптации результатов ВАБ, выполненного для однотипного ведущего блока. Концепция предусматривает использование **только элементов ВАБ** лидирующей станции. Расчеты анализа проектных аварий (АПА) и анализа запроектных аварий (АЗПА) лидирующей станции не рассматриваются.

Концепция адаптации прошла международную экспертизу, выполненную под руководством BNЛ.

Существенным преимуществом подхода адаптации является возможность учесть недостатки ВАБ лидирующего блока (замечания независимых проверок, регулирующего органа) и оптимизировать (улучшить) любой аспект ВАБ в процессе адаптации.

3. Основные этапы выполнения ВАБ нелидирующего блока на основе концепции адаптации.

Начальным этапом проекта явилась разработка руководств по выполнению отдельных задач ВАБ. Аналогичные руководства лидирующего блока использовались в качестве шаблонов и адаптировались с учетом специфических условий ХАЭС.

ЭТАП 1: РАЗРАБОТКА БАЗ ДАННЫХ

- На основе отчетов лидирующего блока по сбору данных и источников информации нелидирующего блока создано пять баз данных, содержащих специфические для нелидирующего блока данные (по ЯППУ, по гермообъему, по надежности, по аномальным событиям и инцидентам, по описанию систем).

- При разработке баз данных по ЯППУ, по гермообъему и по описанию систем для нелидирующего блока выявлены, проверены и задокументированы все различия между лидирующим и нелидирующим блоками.

ЭТАП 2: РАЗРАБОТКА ОБЩЕЙ БАЗЫ ДАННЫХ ПО РАЗЛИЧИЯМ

- все различия скомпилированы в общую базу данных с целью выявить и привести в соответствие дублированные различия, а также иметь возможность сортировать различия по разным критериям.
- прочие различия, такие как различия между аварийными эксплуатационными процедурами лидирующего и нелидирующего блоков, также будут рассмотрены в процессе разработки ВАБ нелидирующего блока.

ЭТАП 3: СООТНЕСЕНИЕ ("МАППИНГ") РАЗЛИЧИЙ И ЭЛЕМЕНТОВ ВАБ

- Каждое различие, включенное в общую базу данных различий, соотнесено с одним или несколькими элементами (задачами) ВАБ (на основе инженерных и экспертных оценок). Причем в ходе выполнения этого соотнесения было принято решение: для различий, связанных с термогидравлическими характеристиками и данными, при разработке входных деков RELAP и CONTAIN учитывать все выявленные различия, независимо от оценки (влияет или не влияет).

ЭТАПЫ 4 И 5: РАЗРАБОТКА Т/Г ДЕКОВ ДЛЯ НЕЛИДИРУЮЩЕГО БЛОКА

- Специфичные для станции входные деки RELAP и CONTAIN будут разработаны для нелидирующего блока на основе соответствующих входных деков лидирующего блока, двух соответствующих баз данных и соответствующих различий.

ЭТАПЫ 6-14: РАЗРАБОТКА ВАБ НЕЛИДИРУЮЩЕГО БЛОКА

- ВАБ нелидирующего блока будет разработан путем использования элементов ВАБ лидирующего блока (например, критерии успеха, деревья событий и т.д.) в качестве шаблонов, которые будут модифицироваться с целью отразить выявленные различия. Все элементы ВАБ нелидирующего блока объединены в интегрированную логическую модель, которая последовательно решается, чтобы получить заключительные результаты ВАБ нелидирующего блока.

4. Подход адаптации при разработке вероятностной модели

Работу выполняют две украинские организации: ЗАО «ЭИС» и ЛАБ МЧЦ.

ВАБ нелидирующего блока будет разработан путем использования элементов ВАБ лидирующего блока (например, критерии успеха, деревья событий и т.д.) в качестве шаблонов, которые будут модифицироваться с целью отразить выявленные различия. Этот процесс состоит из следующих этапов:

Этап 1: разработка отчетов, связанных с данными

Этап 2: разработка общей базы данных по различиям

Этап 3: соотнесение ("Маппинг") различий и элементов ВАБ

Этапы 4 и 5: разработка т/г деков для нелидирующего блока

Этапы 6-14: разработка ВАБ нелидирующего блока

Существуют различные степени взаимодействия между задачами ВАБ в свете концепции адаптации ВАБ лидирующего блока. Анализ исходных событий аварий, разработка деревьев событий и деревьев отказов являются относительно самостоятельными задачами в том смысле, что соответствующие элементы ВАБ лидирующего блока могут быть адаптированы и модифицированы отдельно. Напротив, анализ критериев успеха и анализ надежности персонала должны использовать общий пакет Т/Г анализов, который может быть взят как с лидирующего блока, так и рассчитан отдельно на основании специфического для не-лидирующего блока файла входных данных. Поэтому, определение возможности использования Т/Г анализов лидирующего блока является отдельной задачей при выполнении ВАБ не-лидирующего блока.

Примером практического использования концепции адаптации может служить разработка моделей систем – деревьев отказов.

На основании разработанной в процессе Фазы 1 проекта “Базы данных по различиям”, аналитиками принимается решение о необходимости изменения модели лидирующего блока с целью получения модели специфичной для не-лидирующего блока. Пример разработанных форм различия приводится в Таблицах 1 и 2.

Далее, в таблице 3 приводится перечень выполненных изменений в модели ВАБ, которые будут отражены в модели SAPHIRE.

Проекты адаптации позволяют снизить суммарные трудозатраты на выполнение работ и сэкономить время на реализацию проекта, что делает их удачным методологическим решением, которое можно применить для энергоблоков Украины.

5. Подход адаптации при разработке модели RELAP

Консорциум в составе КИЭП – Энергориск - ИПЭ АЭС принимает участие в выполнении работ по проекту в качестве исполнителя задачи по проведению детерминистического анализа безопасности.

Этот проект предусматривает разработку моделей и выполнение расчетного обоснования некоторых процессов, которые могут иметь место в реакторной установке и гермообъеме. В настоящее время выполняется первая задача проекта – разработка модели кода RELAP5 для выполнения анализа проектных аварий и подтверждения критериев успеха ВАБ.

Для кода RELAP5 на ЗАЭС была разработана трехпетлевая модель реакторной установки и которая, по условиям Контракта, является основой моделирования для ХАЭС-1 В основу выполнения работ при переработке соответствующей модели ЗАЭС-5 были положены данные баз данных по различиям. Основными различиями ХАЭС от ЗАЭС являются:

1. отсутствие на ХАЭС ОРДЭС, что сказывается на работе некоторых систем в аварийном режиме, связанном с обесточением блока;
2. отличия в алгоритмах защит и блокировок, что сказываются на работе систем;
3. различия в конфигурации активной зоны;
4. различия во втором контуре из-за различных турбоустановках;
5. различия в системе продувки-подпитки I контура;
6. различия в установленном оборудовании (различия в характеристиках).

На основании этих различий были внесены изменения в разработанную модель для ХАЭС-1. При этом положительными сторонами проекта являлось:

1. геометрия реакторной установки, основные системы безопасности и другие моделируемые системы идентичны;
2. наличие полного объема вспомогательной документации, которую нет необходимости разрабатывать заново;
3. возможность непосредственного контакта с разработчиками модели-прототипа при решении вопросов моделирования

Исходя из этого можно сделать выводы о применении подхода "лидирующий/ведомый блоки":

К достоинствам подхода можно отнести:

1. Сокращение срока разработки как модели, так и выполняемых с ее помощью анализов (из-за возможности адаптации некоторых результатов расчетов блока-лидера);
2. Возможность сравнения результатов анализа с аналогичными, выполненными для блока-лидера;
3. Наличие полного объема вспомогательной документации;
4. Передача технологии выполнения анализа на уровне стран-участниц проекта;
5. Выполнение своеобразной ревизии выполненной работы по блоку-лидеру.

Недостатками подхода является:

1. Жесткая привязка к модели блока-лидера, что сказывается на некоторых ограничениях при моделировании;
2. Не всегда существующая модель может отразить все особенности блока, для которого она применяется, что характерно для настоящего проекта
3. Если существует временной интервал между двумя проектами, то со временем модель может стать "неактуальной".

Все это позволяет сделать вывод о целесообразности применения такого подхода при проведении Детерминистического анализа с точки зрения экономии денежных средств, выполнив тщательно подготовительный процесс (анализ различий).