

Дистанционный мониторинг как основополагающий принцип безопасности АЭС

Цоглин Ю. Л. НИО «KIW- Gesellschafte.V.», Дрезден, Германия
y.tsoglin@gmail.com

После аварии на АЭС Fukushima Daiichi во всём мире с помощью стресс-тестов была проверена устойчивость АЭС к внешним воздействиям и было продекларировано достижение высокого уровня эксплуатационной безопасности, соответствующего «международным требованиям».

Однако, учитывая опыт хотя бы двух аварий – Армянская АЭС 1982 и ЧАЭС 1986 (в ликвидации последствий которых один из авторов принимал участие) – мы не должны были бы с уверенностью это декларировать. Вне поля зрения остаются внутренние скрытые факторы – возможные источники аварий или их развития. Они не дают о себе знать до определённой ситуации, и потому, не учитываются никакими документами типа «Вероятностный анализ безопасности» или «Отчёт по анализу безопасности» и не могут быть вскрыты стресс – тестами.

Ведь АЭС «Фукусима» выдержала воздействие цунами, все барьеры много эшелонированной защиты были сохранены. Причина возникновения аварийной ситуации – скрытый дефект, установка дизелей резервного электропитания на отметке ниже уровня моря – фактор, нигде и никем неучтённый. Развитие аварии, её тяжёлые последствия – следствие непрофессионализма эксплуатирующей организации и отсутствие международной поддержки, включая её игнорирование и даже запрет на подключение иностранных экспертов и оказание международной помощи. Между тем, обязательность оказания международной экспертной поддержки аварийным АЭС должна быть узаконена уставом ООН (для МАГАТЭ) для всех стран, эксплуатирующих АЭС, по аналогии с запретом на распространение ядерного оружия и материалов, т. к. атомная технология также является планетарно опасной!

В процессе поиска скрытых источников аварий мы установили и проанализировали три возможных фактора. Первый из них – **несовершенство** штатных систем ВРК, базирующихся на нейтронной идеологии и на нейтронных детекторах – обсуждался на МНПК-АЭС-2010 [1] и в МАГАТЭ [2], второй – **отсутствие адекватного** контроля и оценки последствий радиационной нагрузки на материал корпуса реактора – обсуждался на МНПК-АЭС-2016 [3], а также и в МАГАТЭ [2].

Третий скрытый фактор – **отсутствие** международной системы коллективной ядерной безопасности, т. е. экспертной поддержки оперативного персонала АЭС в нештатных ситуациях, базирующейся на дистанционном мониторинге состояния блоков АЭС – обсуждается в настоящей работе

Принцип предотвращения ядерных аварий на АЭС с помощью дистанционного мониторинга или принцип NAPREM – Nuclear Accidents Prevention by Remote Monitoring – как назвали его позднее американцы (Dr. David Hilbert 1992, Fa. E-Systems) был сформулирован и предложен нами в 1988 году при защите Киевским отделением института «Атомэнергопроект» проекта «Безопасная АЭС-88». Суть его состояла в отказе от предложенной в проекте реконструкции / модернизации блоков ВВЭР в силу дороговизны (500÷600 Млн. USD/блок) и длительности (10÷12 месяцев /блок) и заменой её «Системой прогнозирования и предотвращения аварийных ситуаций».

Возможность и эффективность дистанционного мониторинга высоко опасного технологического комплекса была подтверждена нами – оперативной группой Института ядерных исследований АН УССР (ОГ ИЯИ) – в 1986 году. Тогда нами была организована дистанционная поддержка операторов аварийного реактора Чернобыльской АЭС системой диагностики «Шатёр» («SHATIOR»), созданной на разрушенном 4-м блоке (рис.1, 2, 3). Вычислительный комплекс системы был связан двумя некоммутируемыми парами телефонных проводов с аналогичным вычислительным комплексом у нас, в отделе «Методов и средств ВРК» ИЯИ АН Украины, в Киеве (150 км), который контролировался

физиками – участниками работ по ликвидации последствий аварии непосредственно на 4-м блоке. Их знание объекта и опыт радиационно-опасных работ оказывали существенную оперативную помощь новому персоналу блока при возникновении ситуаций с серьёзными отклонениями параметров от безопасного уровня [4].

Концепция региональной 3-х уровневой системы прогнозирования и предотвращения аварий на АЭС Украины (СПАС-АЭС) была разработана нами и опубликована в 1995 [5]. Предполагалось, что первоначальный и основной уровень экспертной поддержки безопасной эксплуатации должен обеспечиваться системой диагностики блока и кризисным центром данной АЭС, контроль над ситуацией и конечная поддержка в сложной ситуации должна обеспечиваться диагностическим центром верхнего уровня.

К настоящему времени на Украине реализованы все компоненты такой системы [6] за исключением нижнего уровня – системы диагностики. Создание на уровне энергоблока системы диагностики с функциями раннего прогнозирования аномальных ситуаций, можно осуществить достаточно быстро на базе СВРК. В этом случае контроль внутри зонных процессов должен осуществляться комбинированной гамма – нейтронной идеологии с двумя независимыми каналами первичных датчиков различной физической природы [1].

В целом, система ВРК охватывает до 40 тыс. контролируемых параметров и, если предположить, что данные о зарождении аномальной ситуации содержатся в самом технологическом процессе, то её можно выявить на ранней стадии с помощью специального математического аппарата – критериев состояния, составленных из комбинаций контролируемых параметров. В соответствии с таким постулатом в Концепции [5] была предложена структура системы диагностики (рис.4). Её реализация существенно повысит эксплуатационную безопасность реакторной установки.

Для реализации Международной системы экспертной поддержки АЭС необходимо организовать Диагностический центр высшего 4-го уровня при МАГАТЭ и подключить к нему сегодняшние региональные центры кризисного управления всех стран эксплуатирующих АЭС. Региональный центр кризисного управления, технически – это диагностический центр верхнего уровня в 3-х уровневой системе предотвращения ядерных аварий каждого государства – члена МАГАТЭ [7]. Он, обеспечивая оперативную поддержку операторов аварийного блока экспертами своего высокого уровня, одновременно концентрирует экспертные возможности своих АЭС и передаёт их в оперативное использование МАГАТЭ, тем самым усиливая эффективность аварийного противодействия международным сообществом.

При этом МАГАТЭ должно из консультативного органа превратиться в директивный – Совет коллективной ядерной безопасности – по типу Совета безопасности ООН. Но для этого необходимо, конечно, принять решение на уровне глав правительств всех стран, эксплуатирующих АЭС.

Следует отметить, что современный уровень обеспечения блоков контрольно-измерительными средствами, общий уровень развития информационных технологий и средств коммуникации – позволяет решить обозначенные задачи весьма быстро и без особых проблем.

Литература:

- [1] Цоглин Ю. Л. «О возможности создания СВРК энергетического реактора на основе альтернативной физической идеологии контроля энерговыделения» Доклад МНПК-АЭС-8, сб. Научных трудов Севастопольского технического университета ядерной энергии и промышленности, т. 37, февраль 2011. стр.79
- [2] Y. Tsoglin «Possible Solutions for Improving Operational Safety of NPP» Report of International Conference on “Operational Safety IAEA-CN-227, Vienna, 23-26 June 2015
- [3] Цоглин Ю.Л., Карцовник В.И. «О контроле прочности корпуса реакторов с водой под давлением при продлении срока эксплуатации» Тезисы докладов, МНПК-АЭС-12 Севастополь, Октябрь 2016

- [4] Y. Tsoglin «Standard diagnostics system in the collapsed reactor of the Chernobyl NPP» Report of annual meeting on Nuclear Technology`94, Stuttgart Okt.1994, Publishers of "INFORUM GmbH" Germany, Bonn 1994
- [5] Y. Tsoglin et. al. «Ukraine early warning on-line diagnostics and computer networks for monitoring, accident prevention and response», Nucl.Eng., Vol. 40, Nr.490, p.31, May 1995
- [6] I. Klimenko, L.Taranenko ivl@ivl.ua, Mag. "Mir Avtomatisazii" №1, Kiew, Maerz 2010
- [7] Y.Tsoglin et. al. «Early Emergency Prognosis and Response Centers» Atomwirtschaft Atomtechnik (awt) XXXIX/12 Dezembe



Рис.1 Система диагностики «Шатёр» IV блока ЧАЭС, Измерительно-вычислительный центр, 2001год

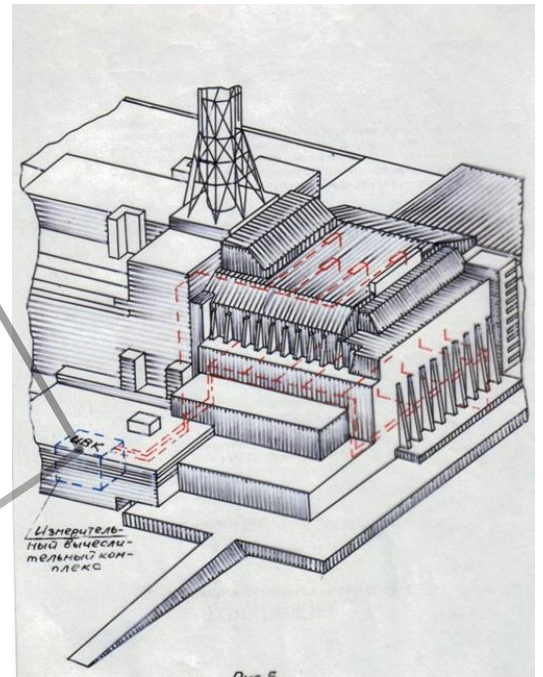


Рис.2 Система диагностики «Шатёр» IV блока ЧАЭС, расстановка датчиков и линий связи

KIW- Gesellschaft e.V.



Рис.3 Система диагностики «Шатёр» IV блока ЧАЭС, измерительно - вычислительный центр, 1986 год



Рис.4
Международная система экспертной поддержки АЭС

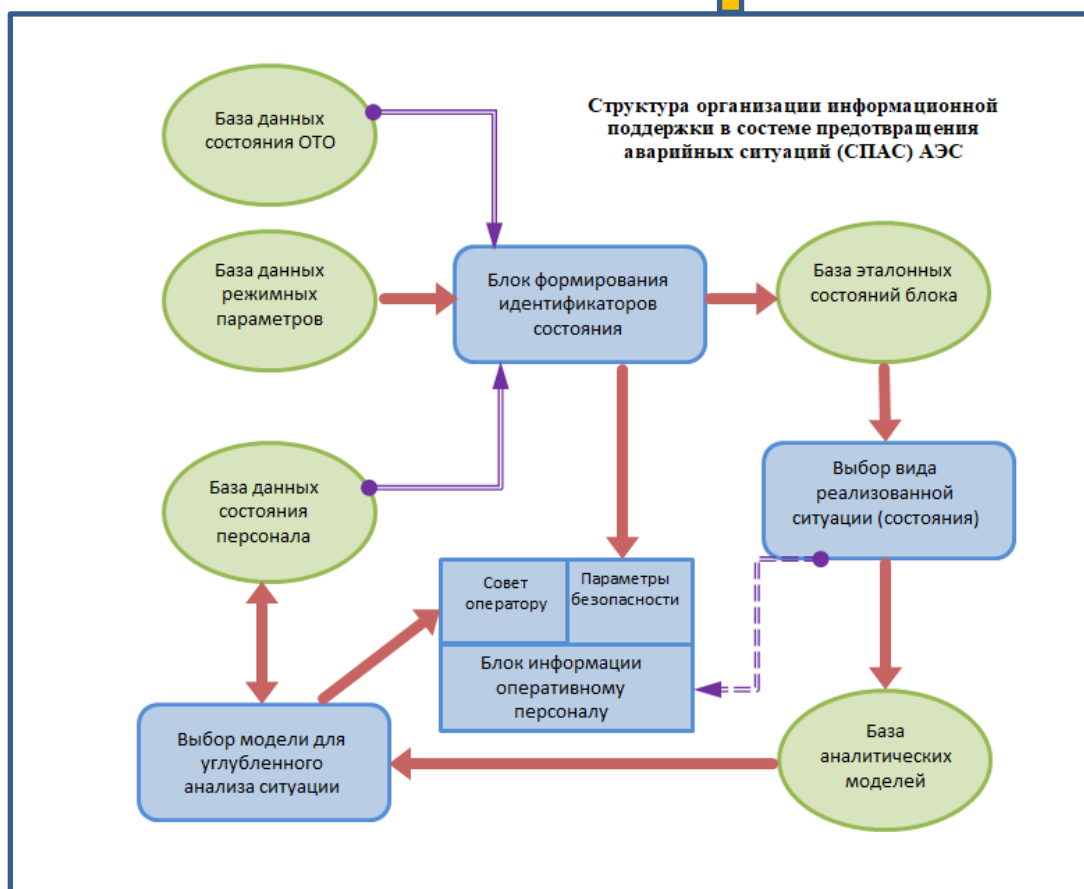


Рис. 5 Структура системы диагностики энергоблока АЭС (по «Концепции...» [5])