

многопроцессорных систем. I / А.А. Сигарев, В.В. Душеба // Электронное моделирование. – 1999. – 21, № 6. – С. 57 – 65.

10. Hwang K., Tseng P.S., Kim D. An Orthogonal Multiprocessor for Parallel Scientific Computation / Hwang K., Tseng P.S., Kim D. // IEEE Transaction on Computers, January 1989. - 38, № 1. – P. 120-124.

Поступила 13.03.2017г.

УДК 681

А.А.Владимирский, В.В.Мохор, Б.Н.Плескач, Киев

А.Л.Киндрась, Запорожье

ПРОЕКТ КОНЦЕПЦИИ ПОСТРОЕНИЯ МНОГОУРОВНЕВОЙ ОТРАСЛЕВОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА, ДИАГНОСТИРОВАНИЯ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ АЭС УКРАИНЫ

A draft concept for the construction of a multi-level monitoring, diagnostic and forecasting system for the technical condition of Ukrainian NPPs has been developed. Extension of the service life is possible only with a significant increase in the level of prediction of the state of equipment and structures. There is a possibility of multiple horizontal scaling of the structure of the system and increasing its functionality during the development and implementation of new diagnostic and forecasting algorithms.

Важнейшая роль атомной энергетики для Украины не вызывает сомнений. Проблема заключается в том, что завершаются регламентные сроки эксплуатации большинства энергоблоков. Продление сроков эксплуатации возможно только при существенном повышении уровня прогнозирования состояния оборудования и конструкций, находящихся в особо сложных условиях эксплуатации.

По заданию ГП “НАЭК ”Энергоатом” в ИПМЭ им. Г.Е.Пухова НАН Украины совместно с ГП “КБ “Атомприбор” разработан проект концепции построения многоуровневой отраслевой системы мониторинга, диагностирования и прогнозирования технического состояния АЭС Украины (СМТС). Предложено при внедрении СМТС применять подход «Планируй - Выполняй - Проверяй - Действуй» («plen-du-chek-act»). При этом объектом управления является надежность основного энергетического оборудования энергоблока АЭС, субъектом управления является технический, инженерный, управляющий персонал. Циклический и поэтапный подход к внедрению СМТС позволит ускорить ее внедрение в практику и повысить достоверность мониторинга. Рассмотрены основные предпосылки и цели создания СМТС. Определена стратегия технического обслуживания оборудования.

Разработана структурная схема СМТС (см. рис.1.). Предусмотрена возможность многократного горизонтального масштабирования и наращивания функциональных возможностей, внедрения новых алгоритмов диагностирования и прогнозирования. Рассмотрен подход, получивший название Big Data Technology & Big Data Analysis. Обоснованы мероприятия по защите информации.

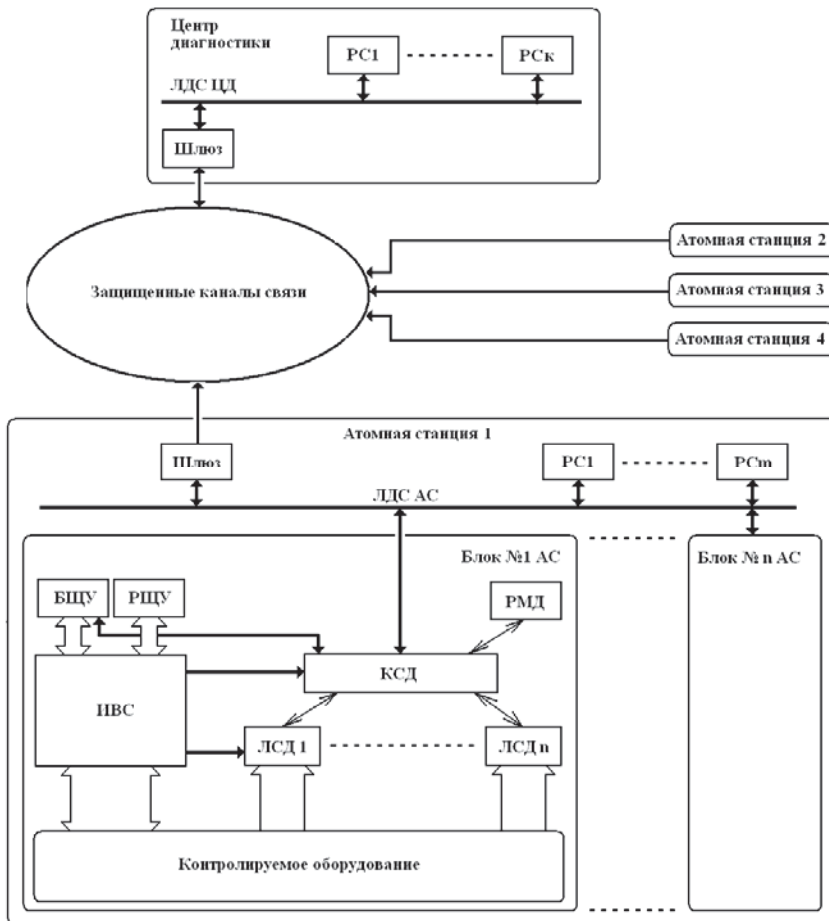


Рис.1. Структурная схема многоуровневой отраслевой системы мониторинга, диагностирования и прогнозирования технического состояния АЭС Украины

На уровне энергоблоков АЭС в настоящее время в процессе выполнения программы по повышению безопасности АЭС Украины (КСПБ) [1] проводится внедрение двухуровневых комплексных систем диагностики (КСД). Эти

системы объединяют несколько локальных систем диагностирования (ЛСД1, ..., ЛСДn) нижнего уровня, осуществляющих мониторинг и диагностирование основного оборудования реакторной установки [2]. При этом используются данные не только с датчиков подключенных к ЛСД но и информация с ИВС блока. Для создания условий работы специалистов на каждом блоке устанавливается рабочее место диагностов (РМД), подключенное к КСД. Типовой перечень ЛСД в настоящее время включает в себя: Систему виброшумовой диагностики (СВРШД), Систему выявления свободных и слабозакрепленных предметов (СОСП), Систему контроля протекания теплоносителя первого контура (СКПТ), Систему виброконтроля и диагностики ГЦН (СВКД ГЦН), Систему контроля перемещения трубопроводов (СКПТр).

Предлагается диагностическую информацию с КСД представить на блочном щите управления блока (БЩУ) в интегрированном графическом виде. На резервном щите управления (РЩУ) эти данные отображать не планируется. В перспективе предполагается охватить диагностированием основное оборудование второго контура, турбинное отделение и т.д..

В разработанной концепции предполагается, что на уровне АЭС должна быть создана защищенная локальная диагностическая сеть станции (ЛДС АС), к которой подключаются КСД всех блоков АЭС. В подразделениях, занимающихся анализом и использованием диагностической информации (управление ресурсом, ремонт, поставка и пр.), устанавливаются рабочие станции (РС1, ..., РСm), подключенные к ЛДС АС. Из соображений безопасности ЛДС АС не должна иметь выхода на локальную вычислительную сеть (ЛВС) станции.

На верхнем уровне создается Центр диагностики (ЦД), который получает диагностическую информацию с АЭС по защищенным каналам связи. Формирование инфраструктуры поддержки технологий BigData целесообразно на основе защищенных облачных структур. Здесь должны быть сосредоточены все необходимые ресурсы (вычислительные, базы данных и др.) для создания необходимых предпосылок успешной работы экспертов.

Основная задача ЦД - управление созданием и внедрением методического, алгоритмического, программного (ПО) и аппаратурного обеспечения для всех уровней СМТС, выбор приоритетов и очередности решения задач с учетом необходимости продления сроков эксплуатации, требований по безопасности, экономической целесообразности, имеющегося отечественного и международного опыта, обеспечение единой технической политики. Для выполнения исследований и разработок по выбранным направлениям должны привлекаться отечественные коллективы, обладающие научно-техническим заделом и ресурсами.

В качестве иллюстрации можно привести проект повышения показателей достоверности Системы контроля протекания теплоносителя первого контура. СКПТ (см. рис.2) состоит из двух подсистем: акустического контроля (СКПТ ПАК) и контроля влажности (СКПТ ПКВ). Исходная информация в ПАК

поступает с 88 датчиков акустической эмиссии GT-400. Рабочий диапазон частот датчиков: 50 ... 250 кГц. Датчики имеют встроенную калибровку и автономное тестирование. Исходная информация в ПКВ поступает из 56 датчиков датчиков относительной влажности и температуры в составе зондов выносных СКТВ-3В. В ЛСД используется и некоторая информация с ИВС блока.

В ИПМЭ им. Г.Е.Пухова НАН Украины есть положительный опыт по разработке корреляционных методов регистрации виброакустических сигналов утечек протяженных участков подземных трубопроводов городских систем теплоснабжения [3, 4]. Анализ многолетних архивов СКПТ ПАК позволяет провести адаптацию имеющихся в институте наработок для решения задачи повышения чувствительности и помехозащищенности системы. В случае успешного прохождения этапа опытной эксплуатации новых алгоритмов на КСД одного из энергоблоков АЭС Украины может быть рассмотрен вопрос о целесообразности установления нового ПО на другие энергоблоки.

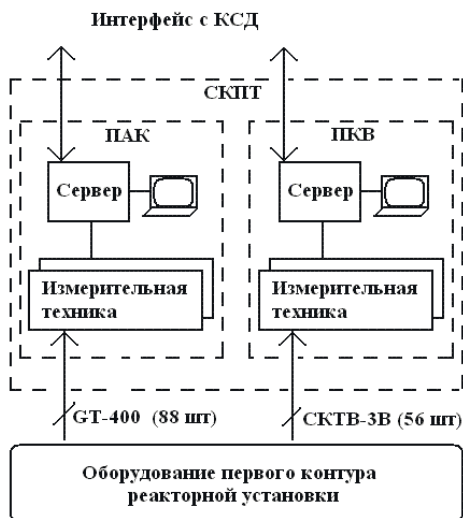


Рис.2. Структурная схема СКПТ

Разработка и внедрение системы СМТС с использованием основных положений разработанной концепции позволит существенно улучшить качество эксплуатации оборудования и выйти на уровень обслуживания основного оборудования по фактическому техническому состоянию.

1. "Комплексная (сводная) программа повышения безопасности энергоблоков АЭС Украины (КСПБ)". Режим доступа к ресурсу: <http://www.npp.zp.ua/Content/docs/safety/Present-KPSB-may2001.pdf>.
2. Комплекс засобів діагностичної та інформаційної підтримки експлуатації систем і

обладнання АЕС “КСДЭ-1000”. Концепція створення, м. Харків, 2004 р. -148 с.

3. *Владимирский А.А., Владимирский И.А.* Создание технических средств для оценки степени коррозионного износа подземных трубопроводов тепловых сетей без их вскрытия // Моделювання та інформаційні технології. Зб. наук. пр. ІПМЕ НАН України. - Вип. 75. – К.: 2015. - С.42-48.

4. *Владимирский А.А., Владимирский И.А., Семенюк Д.Н.* Уточнение диагностической модели трубопровода для повышения достоверности течеискания. Акустичний вісник. Інститут гідромеханіки НАН України. Том 8. Номер 3. 2005р. - с.3-16.

Поступила 24.04.2017р.

УДК 519.62

В. В.Аристов, г. Киев

ВЗАИМНЫЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЯ КОЭФФИЦИЕНТОВ КАНОНИЧЕСКИХ ПЕРЕДАТОЧНЫХ ФУНКЦИЙ ЧИСЛЕННЫХ ПРОЦЕДУР ИНТЕГРИРОВАНИЯ

Abstract. Mathematical relations and corresponding to them algorithms are worked out for the interconversion of one coefficients of canonical transfer functions of numeral procedures of integration in the coefficients of other transfer functions.

Вступлення. Задачи интегрирования функций и решения систем дифференциальных уравнений в цифровой форме решаются как аналитическими методами, так и с помощью численных итерационных процедур с дискретным представлением переменных. Математические исследования таких итерационных процедур, их анализ, преобразование и синтез, обычно выполняются на основе аналитических моделей, представляемых, например, в виде передаточных функций с подходящим тестовым приложением. Передаточные функции (ПФ) – линейные операторы преобразования входных воздействий в выходные – обычно записываются либо в дробно-рациональном виде, либо в каноническом. В случае обобщенной разностно-дифференциальной формулы

$$y_{i+1} = \sum_{v=-n_b}^{n_p} a_v y_{i+v} + \sum_{s=0}^m \sum_{v=-n_b}^{n_p} c_{sv} H^{s+1} f_{i+v}^{(s)} \quad (1)$$

численного интегрирования аналитической функции $f(t)$ с учетом значений высших производных $f^{(s)}(t_{i+v}) = f_{i+v}^{(s)}$, такая передаточная функция в дробно-

рациональной форме принимает [1] вид $S_0(p) = p \frac{\sum_{l=0}^n \sum_{s=0}^m c_{sl} p^s e^{(l-1)p}}{e^p - \sum_{v=1}^n a_v e^{(1-v)p}}$.