

УДК: 004: 681.518.5

ПРОГРАММНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ДИАГНОСТИКИ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ИЗМЕРЕНИЯ ЯДЕРНЫХ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ УСТАНОВОК

М.В. Аленичев

Филиал АО «Концерн Росэнергоатом» «Нововоронежская атомная станция»
Россия, 396072, Воронежская область, г. Нововоронеж, промышленная зона Южная, 1
E-mail: AlenichevMV@nvnpp1.rosenergoatom.ru

А.Д. Данилов

Воронежский государственный технический университет
Россия, 394026, Воронеж, Московский проспект, 14
E-mail: danilov-ad@yandex.ru

Ключевые слова: АСУ ТП, ПТК, диагностика, метрология, измерительная система, повышение эффективности.

Аннотация. В данном докладе рассматривается вопрос необходимости создания мобильного программно-технического комплекса для диагностики и контроля точностных характеристик подсистем АСУ ТП ядерных энергетических установок, после проведения планового технического обслуживания. Была рассмотрена общая архитектура системы АСУ ТП на примере НВ АЭС-2. Это современные АСУ ТП для объектов ядерной энергетики содержащие в себе систему верхнего блочного уровня. Проведен детальный анализ проблем организации работ по диагностики и контроля точностных характеристик разнотипного оборудования, входящего в состав АСУ ТП. Показано, что текущая организация и отсутствие средств автоматизации слабо эффективно и требует больших трудозатрат. Предложены решения для повышения эффективности и надежности проведения данных работ, путем создания определенных алгоритмов и технических средств, позволяющих в автоматическом режиме проводить диагностику группы каналов с требуемым качеством и высокой скоростью обработки полученных результатов.

1. Введение

Прошлый век прошел в активном освоении энергии нового вида, заключенной в ядрах атомов, и стал веком ядерной физики. Эта энергия многократно превышает энергию топлива, применявшуюся человечеством в течение всей его истории.

Основным направлением использования этой энергии является выработка электроэнергии. С вводом в эксплуатацию в СССР в 1954 г. первой в мире промышленной атомной электростанции мощностью 5 МВт в г. Обнинске началась эра атомной энергетики. Источником производства электроэнергии стало расщепление ядер урана.

Опыт эксплуатации первых АЭС показал реальность и надежность ядерно-энергетической технологии для промышленного производства электроэнергии. Многие

развитые индустриальные страны приступили к проектированию и строительству АЭС с реакторами разных типов.

Сегодня использование и развитие атомной энергетики уверенно идет вперед большими шагами. География строительства современных АЭС с каждым годом становится все шире. Так же идет не прерывная работа по проектированию и строительству новых блоков большой мощности с высоким уровнем безопасности поколения 3+. Достичь такого уровня новым реакторам помогает использование активных и пассивных систем безопасности, что полностью соответствует требованиям безопасности МАГАТЭ [7].

Современный этап развития коснулся и управляющих систем. Развитие характеризуется переходом к использованию передовых технологий, стремлением добиться предельно высоких эксплуатационных характеристик как действующего, так и проектируемого оборудования, необходимостью свести к минимуму любые производственные потери и ошибки.

Контроль и управление всеми технологическими процессами осуществляется с помощью системы автоматизированного управления технологическими процессами. АСУ ТП имеет сложную структуру, включающую в себя программно-технические комплексы для обработки данных и управления технологическими процессами, средства измерения для сбора и отображения технологических параметров, важных для эксплуатации (температура, расход, давление, уровень и т.д.) [1]. Частью АСУ ТП являются информационные системы, обеспечивающие сбор и выдачу в удобном виде информацию о ходе технологического процесса. В результате соответствующих расчетов определяют, какие управляющие воздействия следует произвести, чтобы управляемый процесс протекал наилучшим образом. Основная роль принадлежит человеку, а машина играет вспомогательную роль, выдавая для него необходимую информацию. Для оператора важно получать достоверные данные с заданной точностью. Поэтому необходимо выполнять периодический контроль и диагностику всех замеров важных для эксплуатации [7],[2].

2. ПТК диагностики

2.1. Автоматизация диагностики и контроля точностных характеристик подсистем АСУ ТП

Для обеспечения периодической диагностики достоверности и точности показаний измерительных систем требуются значительные временные и человеческие ресурсы [6]. Учитывая особенности эксплуатации ЯЭУ и их строгий регламент проведения ремонтных мероприятий, задача становится еще сложнее.

Большинство измерительных систем используемых для работы ЯЭУ относятся к типу ИС-2 – проектируемые для конкретных объектов из компонентов ИС, выпускаемых, как правило, различными изготовителями, и принимаемые как законченные изделия непосредственно на объекте эксплуатации. В этом случае применяется покомпонентный способ поверки [2].

По проекту АЭС-2006, для обеспечения надежной и безопасной эксплуатации энергоблока № 6 Нововоронежской АЭС, используется порядка 30 измерительных систем построенных на различных программно-технических комплексах:

- ПТК Telepherms XS, AREVA (Германия);
- ПТК ТПТС-ЕМ, ВНИИА им. Духова (Россия);
- АПТК «Дубна», Тензор (Россия);

- ПТК СВРК, АО «СНИП» (Россия);
- АРМ-7Н2, АО «Корпорация» «ВНИИЭМ» (Россия);
- Измерительный комплекс КВА, Вибробит 100, Вибробит 400, ФГУП «РФЯЦ-ВНИИЭФ» (Россия).

Для выполнения требований всех нормативных документов, все измерительные системы эксплуатируемые на НВ АЭС прошли процедуру утверждения типа с проведением испытаний на подтверждение заявленных метрологических характеристик.

Для всех измерительных систем был установлен срок периодичности поверки их МХ исходя из требований по классу безопасности и особенностей самого оборудования. Перечень ИИС и периодичность их поверки представлены в таблице 1.

Таблица 1. Перечень ИИС и периодичность их поверки.

№	Наименование ИИС	Периодичность поверки, мес.
	СУЗ УСБТ	
1	Аварийная и предупредительная защита (АЗ-ПЗ)	24
2	Аппаратура контроля нейтронного потока (АКНП)	24
3	Автоматический регулятор мощности реактора (АРМр)	24
4	Сейсмическая промышленная аварийная защита (СИАЗ)	24
5	Комплекс не программируемой логики диверсная защита (ДСЗ)	24
6	Система автоматического управления дизель генераторной установкой (САУ ДГУ)	24
7	Локализирующие защиты (ЛЗ-1,2)	72
8	Приоритет управления (ПУ-1,2)	72
	СКУ СНЭ	
9	Система контроля и управления реакторным отделением (СКУ РО)	72
10	Система контроля и управления турбинным отделением (СКУ ТО)	72
11	Система контроля и управления спецводоочисткой (СКУ СВО)	72
12	Система контроля и управления химводоочисткой (СКУ ХВО)	72
13	Система контроля и управления блочной насосной станцией (СКУ БНС)	72
14	Система контроля и управления вентиляцией (СКУ В)	72
15	Система контроля концентрации водорода (СККВ)	24
16	Автоматический химический контроль второго контура (АХК-2)	72
17	Система контроля и управления радиоактивными отходами (СКУ РАО)	72
18	Система контроля и управления комплексом охлаждения потребителей (СКУ КХП)	72
	СКУД	
19	Система акустического контроля течей (САКТ)	24
20	Система контроля течей по влажности (СКТВ)	24
21	Система обнаружения течей второго контура (СОТТ-2)	24
22	Система внутриреакторного контроля (СВРК)	24
	Контроль вибрации	
23	Система технического диагностирования ГЦНА (СТД ГЦНА)	24
24	Система контроля вибрации (СКВ)	24
25	АКГА	36
26	Автоматическая система контроля натяжения защитной оболочки (АСК НДС 3О)	12
27	Автоматическая система вибродиагностики (АСВД)	72

№	Наименование ИИС	Периодичность проверки, мес.
	Обеспечение климатических условий в помещениях	
28	АСУ ТП БС	12
29	АСУ ТП ОС	12
	Диагностическая измерительная система	
30	КСДА	36

Проектный топливный цикл у ВВЭР-1200 полтора года, соответственно примерно 25% от общего числа измерительных систем необходимо делать каждый планово-предупредительный ремонт.

Так же на Нововоронежской АЭС эксплуатируется энергоблок с реактором типа ВВЭР-1000, ВВЭР-440 и в стадии проведения пуско-наладочных работ ВВЭР-1200.

При работе по разработанным и утвержденным регламентам технического обслуживания и методикам проверки (калибровки) на ИС до 60% рабочего времени занимает обработка и оформление результатов выполненных работ.

Вследствие чего, создание ПТК диагностики и контроля точностных характеристик измерительных систем видится необходимым и обоснованным.

2.2. Функции ПТК

Программный комплекс должен выполнять следующие функции:

- имитировать сигналы первичных преобразователей технологических параметров, посредством генерации электрических сигналов;
- прием и передачу информации по сети типа Ethernet;
- в автоматическом режиме определять сигналы, которые имитируем;
- расчет погрешности измерительных каналов;
- формирование и сохранение на электронном носителе протоколов проведения проверки;
- запуск алгоритмов под конкретные виды диагностики и контроля.

Реализация функции имитации сигналов первичных преобразователей должна заключаться в формировании и выдаче на выходе калибратора унифицированных сигналов, в виде тока или напряжения заданного значения по командам с ПК.

Перечень измерительных каналов входящих в состав комплекса формируется в соответствии с базой аналоговых сигналов СВБУ, подлежащих процедуре проверки.

Функция приема информации от сервера заключается в получении ПК выходных значений ИК, подвергающихся проверке.

Функция автоматического режима определения имитируемого сигнала позволяет определить с каким ПТК, в каком шкафу и с какой группой сигналов будет проходить ближайшая работа, для формирования протокола соответствующему требованиям точностных характеристик проверяемых ИК.

Функция расчета погрешности обеспечивает возможность расчета требуемых видов погрешностей ИК на основе полученных данных в соответствии с утвержденными методиками расчета погрешности.

Функция формирования протоколов проверки обеспечивает возможность автоматизированного формирования и сохранения в виде файлов протоколов проверки. Файлы протоколов сохраняются в виде, допускающих машинную обработку данных в протоколах.

Функция запуска алгоритмов позволяет проводить диагностику и контроль точностных характеристик ИК с возможностью исключения формирования сигналов запуска алгоритмов по принципу 2 из 3. Формирование сигнала по принципу второй max, второй min для проверки работоспособности и подтверждения точностных характеристик показывающих приборов БПУ и РПУ.

ПТК обеспечивает с требуемой точностью и дискретностью формирование на выходе калибраторов следующие типы аналоговых сигналов:

- токовый сигнал (0 – 20) мА с погрешностью не более $\pm 0,010$ мА;
- сигнал напряжения (0 – 10) В с погрешностью не более $\pm 0,005$ В;
- сигнал напряжения (0 – 100) мВ с погрешностью не более $\pm 0,015$ мВ;
- сигнал, эквивалентный сигналу термопары с градуировочной характеристикой ТХА (тип К) в диапазоне 0 – 400 °С, с погрешностью не более 0,3 °С;
- воспроизведение сигналов от термопреобразователя сопротивления с НСХ 100П и Pt100 в диапазоне 0 – 100 °С, с погрешностью не более 0,05 °С.

Комплекс состоит из устройства автоматического переключения между задаваемыми сигналами, калибратора и программного обеспечения, выполняющего управление устройством переключения и калибратором в соответствии с определенным алгоритмом (рис.1).

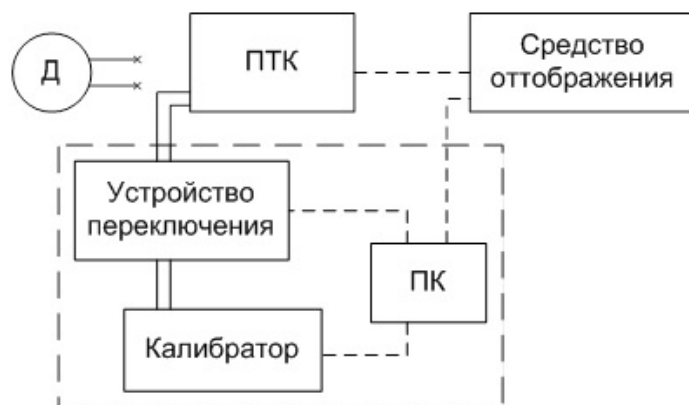


Рис. 1. Структура ПТК диагностики оборудования.

Список литературы

1. Бесекерский В.А., Попов Е.П. Теория систем автоматического управления / 4-е изд., перераб. и доп. СПб.: Профессия, 2003. 747 с.
2. Метрологическое обеспечение измерительных систем. Основные положения. ГОСТ Р 8.596-2002.
3. Анхимюк В.Л., Олейко О.Ф., Михеев Н.Н. Теория автоматического управления. М.: Дизайн ПРО, 2002. 352 с.
4. Руководство по эксплуатации на ПТК ТПТС.
5. Руководство по эксплуатации на ПТК TXS AREVA.
6. Метрологическое обеспечение атомных станций. Основные положения. ГОСТ Р 8.565-2014.
7. Нормы МАГАТЭ по безопасности № SSR-2/1.
8. Терехов Д.В., Сидоренко Е.В., Данилов А.Д. Тенденции развития АСУ ТП на Нововоронежской АЭС // Известия высших учебных заведений. Ядерная энергетика. 2017. № 3. С. 66-76.
9. Поваров В.П. Автоматизированная система многопараметрического мониторинга параметров состояния энергетических установок АЭС. Воронеж: Научная книга, 2017. 244 с.