

ОПЫТ РЕАЛИЗАЦИИ ПОДСИСТЕМЫ КОНТРОЛЯ И ДИАГНОСТИКИ В СОСТАВЕ ОПЕРАЦИОННОЙ СИСТЕМЫ LiNEM

Для надежной работы практически каждой сложной вычислительной сети, какой является разработанный в НПП ВНИИЭМ программно-технический комплекс информационно-диагностической сети системы управления и защиты (ПТК ИДС КЭ СУЗ) реакторов типа ВВЭР-1000, функционирующий на базе операционной системы (ОС) LiNEM, требуются дополнительные специальные средства контроля управления, помимо стандартных средств сетевых операционных систем. Это требование возникает в связи с большим количеством разнообразного коммуникационного оборудования и сложной структурой интерфейсов в составе ПТК ИДС. Распределенный характер сети делает невозможным поддержание ее работы без системы диагностики и управления, которая в автоматическом режиме собирает информацию о состоянии оборудования и программного обеспечения, входящего в сеть, создает архив, предоставляет эту информацию оператору сети и на основе этой информации осуществляет управление. Для решения этой задачи в составе дистрибутива LiNEM была разработана специализированная подсистема контроля и диагностики – программы обеспечения живучести (ПОЖ). Система управления работает в автоматизированном режиме, выполняя большую часть действий по управлению оборудованием и ПО сети автоматически, а такие действия, как переустановка ПО, замена оборудования выполняются человеком-оператором на основе подготовленной системой информации.

В рамках программно-технического комплекса информационно-диагностической сети комплект программ, входящих в ПОЖ, решает следующие задачи:

- включение ПТК ИДС в работу;
- диагностику программных средств комплекса;
- диагностику аппаратных средств комплекса;
- обеспечение работы комплекса в режиме горячего резервирования;
- передачу информации о состоянии ПТК ИДС в системы верхнего уровня;
- ведение архива состояния комплекса;

- оперативную переустановку программного обеспечения в случае отказов и сбоев аппаратных и программных средств.

Структурно ПО контроля и диагностики представляет собой группу SNMP-агентов [1], работающих на оборудовании комплекса, программ-клиентов и программ-серверов, расположенных на всех компьютерах комплекса. Клиенты периодически совершают опрос агентов с использованием протокола SNMP, а также получают информацию другими способами (см. ниже) и передают ее серверам, которые обрабатывают ее и осуществляют управление и диагностику.

SNMP – это протокол прикладного уровня, разработанный для стека TCP/IP и использующий для передачи сообщений один из протоколов этого стека – UDP [2]. Протокол SNMP применяется для получения от устройств, имеющих возможность получать и передавать информацию через сеть, информации об их состоянии, производительности и других характеристиках, которые хранятся в базе данных управляющей информации MIB.

Разработанный для систем, ориентированных под операционную систему Unix, он стал фактически общепринятым стандартом сетевых систем управления и поддерживается подавляющим большинством производителей сетевого оборудования. Применение протокола SNMP позволяет строить как простые, так и сложные системы управления, в то время как применение CMIP определяет некоторый, достаточно высокий, начальный уровень сложности системы управления, так как для его работы необходимо реализовать ряд вспомогательных служб, объектов и баз данных. Легкость настройки и использования по сравнению со CMIP, а также то, что практически все оборудование ПТК ИДС поддерживает протокол SNMP, определили выбор этого протокола в качестве основного средства диагностики и контроля в ПОЖ ПТК ИДС.

При первом пуске системы производится автоматическая настройка сетевого оборудования, подключенного к компьютерам через последовательные порты. Коммутаторам, источникам бесперебойного питания, модулям контроля среды назначаются сетевые адреса, имена и пароли доступа, закрываются, не участвующие в работе ПОЖ, интерфейсы. Если присутствуют неисправности, они заносятся в «карту неисправностей» серверов, система сигнализирует об этом и соответствующим образом осуществляет управление, устанавливает компьютеры в основной и дополнительный режимы для работы в горячем резерве. Далее происходит переход в штатный режим работы.

На первом этапе производится диагностика каналов связи сети с помощью утилиты ring, работающей по протоколу ICMP [3]. При

этом выявляются ошибки канального уровня сети, такие как повреждения кабелей, разъемов на сетевых картах и неисправности собственно сетевых карт, сбои при работе портов коммутаторов. Данные о такого рода неисправностях позволяют средствам диагностики правильным способом конфигурировать и осуществлять запросы к оборудованию и обмениваться данными, например выбрать другой канал для передачи данных от локального клиента к главному серверу. Формируемая на серверах ПТК ИДС «сетевая карта неисправностей» предоставляет системе и оператору точную картину состояния сетевого оборудования ПТК ИДС, включая коммутаторы, источники бесперебойного питания и модули сбора данных от датчиков состояния окружающей среды. Параллельное выполнение ICMP запросов, изменение исходных программных кодов стандартной утилиты выполнения таких запросов – «ping» привело к тому, что от момента возникновения неисправности сетевого оборудования до внесения записи об этом в учетный журнал и объявления на диагностическом кадре проходит не более двух секунд. Для правильной интерпретации результатов сбора данных проверку каналов связи обязательно нужно проводить в первую очередь.

На следующем этапе клиенты, расположенные на компьютерах сети, проводят самодиагностику, получая данные о состоянии аппаратного и программного обеспечения компьютеров, на которых они установлены. Параллельно с этим специальные подпрограммы осуществляют диагностику плат дискретных сигналов, установленных в компьютеры, и их источников питания и с помощью механизмов межпрограммного взаимодействия передают данные клиентам. Время обнаружения неисправности также находится в пределах двух секунд. Далее, через определенные интервалы времени, клиенты обращаются к агентам, используя протокол SNMP, и получают информацию, описывающую состояние объектов контроля.

Для коммутаторов это:

- неисправность собственно коммутатора или его SNMP-агента;
- неисправности портов;
- ошибки при передаче и приеме данных, коллизии;
- отсутствие связи портов с удаленным оборудованием (удаленный интерфейс либо неисправен, либо выключен) и т.д.

Для источников бесперебойного питания (ИБП):

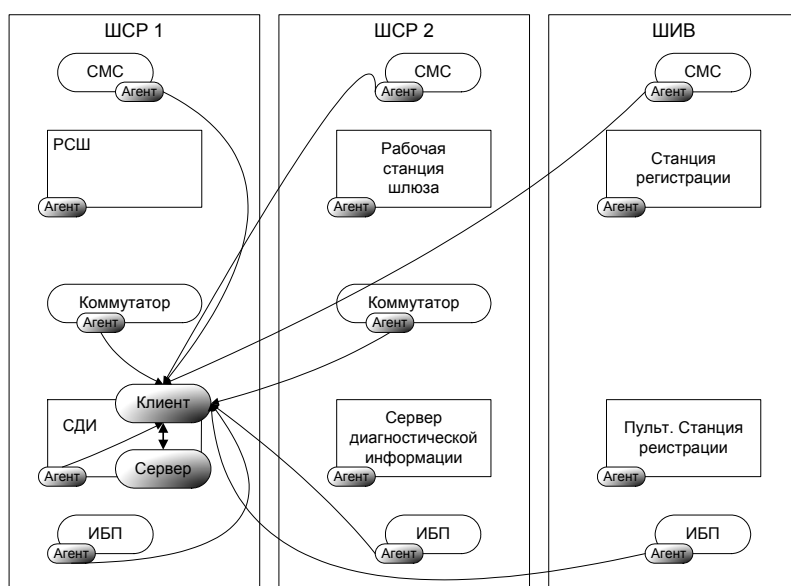
- неисправность ИБП или его SNMP-агента;
- отсутствие первичного питания;
- слишком низкое или высокое напряжение, частота тока;
- перегрузка по мощности;

- режимы работы ИБП (нормальный, от батарей, ...);
- заряд в батареях (это позволяет корректно выключить компьютеры до того, как ИБП отключится) и т.д.

Для модулей контроля параметров среды:

- температура в шкафу;
- влажность;
- уровень задымленности;
- открытие и закрытие дверей;
- работа вентиляторов охлаждения и т.д.

Большой сетевой трафик - на АЭС работает двадцать один шкаф ШКУ, в том числе и собственный трафик ПОЖ, - приводит к тому, что SNMP-запросы к коммутаторам и ИБП, даже с сильно завышенным временем ожидания, иногда остаются без ответа. Чтобы избежать получения неверной информации подпрограмма опрашивает и «свой», и «чужой» коммутаторы и ИБП, т.е. клиент первого шкафа запрашивает агентов коммутатора и ИБП и первого, и второго шкафов. Формирование запросов происходит с периодом десять секунд, что также позволяет уменьшить количество оставшихся без ответа обращений, но увеличивает время обнаружения неисправностей.



Структура взаимодействия агентов и диагностического сервера:
СМС – модуль контроля параметров среды

На рисунке показана схема сбора параметров от SNMP-агентов применительно к одному компьютеру комплекса. Клиенты на других компьютерах также передают данные на сервер.

Таким образом, собираются данные, описывающие состояние элементов ПТК ИДС, начиная с информации о состоянии каналов связи, аппаратуры компьютеров, портов, сетевых интерфейсов, загрузки процессора, оперативной памяти, режимах работы прикладного и системного ПО и заканчивая конкретными параметрами объектов контроля.

Собранная информация по протоколу IPX, принятому в качестве основного для ПТК ИДС, передается главной программе сервера, расположенного на сервере сети. Для обеспечения отказоустойчивости эта программа установлена также на дублирующем сервере, а данные передаются по всем возможным каналам связи, определенным при первоначальном тестировании канального уровня сети.

Путем совместной обработки и анализа, полученных в процессе тестирования количественных и качественных характеристик оборудования и программного обеспечения, главный сервер составляет так называемую «карту неисправностей» ПТК ИДС, на основании которой автоматически принимаются решения по управлению работой комплекса, назначаются основные и дополнительные компьютеры в дублированных парах, текущее состояние комплекса выводится на мониторы, архивируется и передается в системы верхнего уровня, осуществляется управление процессами, функционирующими на компьютерах и т.д. Управление осуществляется путем взаимодействия главного сервера с агентами и клиентами на компьютерах комплекса, а также частично осуществляется клиентами самостоятельно. Клиенты взаимодействуют с доступным им оборудованием и ПО и уведомляют главный сервер о своих действиях, что обеспечивает корректность полученной им информации. В качестве примеров осуществления управления можно привести контроль состояния прикладного ПО и перезапуск последнего в случае его «зависания» или некорректной работы, перезапуск операционной системы при некоторых видах сбоев и отказов, переключения на резервную машину в случае возникновения неисправностей на основной, выключения шкафа в том случае, если первичное питание отсутствует, а заряда батарей ИБП осталось менее чем на три минуты работы.

Разработанная система была протестирована в процессе горячей обкатки путем внесения различных неисправностей в оборудование комплекса:

- разрывы сетевых кабелей (каналов связи);

- отключение первичного питания;
- разрядка батарей ИБП;
- перегрузка ИБП по мощности;
- корректное и внезапное выключение компьютеров, коммутаторов, ИБП.

Тестирование ПОЖ происходило в течение месяца на 1-м блоке АЭС «Тяньвань» в 2004 г. и в данный момент система в составе дистрибутива LiNEM функционирует на первом энергоблоке АЭС «Тяньвань».

ЛИТЕРАТУРА

1. Олифер В.Г., Олифер Н.А./Компьютерные сети. Принципы, технологии, протоколы// М.: МГТУ. 1994.
2. Frequently Asked Questions (FAQ) for the UCD SNMP package, Dave Shield, ucd-snmp Project Author: Wes Hardaker.
3. Request for Comments: 1180. T.Socolofsky and C.Kale. /Семейство протоколов TCP/IP// Пер. Брежнев А.Ф.
4. Saemon A. /О комплексной диагностике сетей// Компьютерная газета. №5. 2003.