

ЭВМ в системах управления и безопасности на АЭС с реакторами типа КАНДУ

Канада: на третьей очереди АЭС Дарлингтон-А предусмотрена полностью компьютеризованная система аварийного останова

Р.С. Гильберт

Ядерная промышленность всегда отличалась большой консервативностью в отношении использования

Г-н Гильберт — управляющий Отделением электронных систем фирмы Atomic Energy of Canada Ltd., Sheridan Park Research Community, Mississauga, Ontario.

Для данной статьи использованы следующие материалы: "Evolution of Computer-Based Surveillance, Control and Man-Machine Communication Systems in Nuclear Power Stations", by H.M. Wilkinson, December 1979; "Benefits from the Use of Computers in CANDU Shutdown Systems", presented by N.M. Ichien at the IAEA Specialists Meeting on the Use of Digital Computing Devices in Systems Important to Safety, Saclay, France, November 1984; and "The Use of Digital Computers in CANDU Shutdown Systems", by R.S. Gilbert and C.W. Komorowski, prepared for the same Saclay meeting.

вычислительной техники в системах управления. В большинстве случаев проектировщики установок не видели необходимости или препятствовали включению цифровых систем управления в конструкции атомных электростанций.

В отличие от ядерной, обрабатывающие отрасли промышленности (например, нефтеочистительные заводы) используют вычислительную технику, так как она предлагает значительные преимущества в управлении крупными технологическими системами. В начале 70-х годов были спроектированы типовые системы управления установками на основе большого центрального компьютера. Этот центральный ком-

Развитие компьютерных систем управления на АЭС

	Дуглас Пойнт	Пикеринг-А	Брюс-А	Пикеринг-Б	КАНДУ-600	Брюс-Б	Дарлинг- тон
Электрическая мощность (МВт)	1x200 (200)	4x540 (2160)	4x750 (3000)	4x540 (2160)	1x680 (680)	4x750 (3000)	4x850 (3400)
Год ввода в эксплуатацию (первый/последний блок)	1962	1971/73	1977/79	1982/83	1982/83	1983/87	1987/90
Цифровые вводы	80	400	512	448	1104	576	656
Аналоговые вводы	550	1152	1408	1408	1728	1840	2080
Цифровые выводы	46	272	408	256	712	504	448
Аналоговые выводы	17	42	32	42	64	36	72
ЭЛТ дисплея (на блок)		2 ЭЛТ	10 ЭЛТ (ч/б)	9 ЭЛТ (цветные)	13 ЭЛТ (цветные)	10 ЭЛТ (цветные)	18 ЭЛТ (цветные)
Печатающие устройства	3 пишущие машинки	2	2	2	2	2	2
Количество основных программ в режиме реального времени	4	10	18	14	17	18	19

Типичная система управления реактора КАНДУ очень велика. В реакторе КАНДУ-600 около 1700 аналоговых вводов, 1100 цифровых вводов, 64 аналоговых выводов и 700 цифровых выводов. Система также имеет контактное сканирующее устройство ввода, используемое для инициирования сообщений сигнализации. Это сканирующее устройство контролирует статус 2000 цифровых сигналов 300 раз в секунду. Если у одного из этих вводов статус изменяется, сканирующее устройство автоматически передает эту информацию на управляющий компьютер.

На фото показан блочный щит управления АЭС Джентили-2 мощностью 645 МВт (эл.), введенный в промышленную эксплуатацию в 1983 г.

(Источник: AECL)

Функции управляющих компьютеров в нескольких поколениях реакторов							
Контрольно-измерительные приборы для мониторинга							
Функция	Дуглас Пойнт	Пикеринг-А	Брюс-А	Пикеринг-Б	КАНДУ-600	Брюс-Б	Дарлингтон
Сканирование аварийных мест							
Контроль температуры в каналах							
Предсказание или контроль содержания ксенона							
Система регулирования реактора							
Регулирование мощности блока							
Регулирование давления бойлера							
Регулирование температуры замедлителя							
Падение мощности реактора							
Составление диаграммы и контроль нейтронного потока							
Контроль турбины							
Пуск турбины							
Контроль топливного перегрузочного устройства							
Контроль последовательности событий							
Регулирование передачи тепла в первичном контуре							
Регулирование уровня бойлера							
Регулирование деаэратора							
Сообщения на ЭЛТ (буквенно-цифровые)							
Графические изображения на ЭЛТ							
Хранение ранее полученных данных							
Контроль системы защиты							
Выключение системы защиты							

пьютер (или основная структура) принимал информацию с датчиков на установке и затем выполнял все решения, необходимые для непосредственного управления работой установки или ее оптимизации. Однако даже на этих установках, как правило, предусматривались дублирующие системы с ручным управлением началом или окончанием процессов, а также для обеспечения непрерывной работы в случае выхода из строя центрального компьютера или его останова.

Более полутора десятка лет назад проектировщики реакторов типа КАНДУ признали преимущества, связанные с управлением на базе ЭВМ, и начали их использование. Функции, выполняемые этими ЭВМ, эволюционировали и расширялись с каждой последующей конструкцией. На ранних этапах разработка систем управления реакторов КАНДУ ставила своей целью устранение ручных дублирующих систем за счет создания надежной, безаварийной системы, устойчивой к небольшим неполадкам. Так как эти системы оказались первыми системами такого типа, компания „Атомик энерджи оф Канада” и канадская промышленность впервые приобрели некоторый опыт проектирования, испытаний и установки боль-

ших контролирующих систем с управляющими ЭВМ.

Определенные изменения, конечно, произошли в консервативной ядерной промышленности. Последние конференции показывают, что в настоящее время вычислительная техника начинает преобладать во всех реакторных системах. Действительно, АЭС с реакторами типа КАНДУ, также как и другие, в настоящее время используют логические схемы на основе вычислительной машины для выполнения функций управления и защиты. На реакторах КАНДУ эти новые применения, связанные с обеспечением безопасности, включают опыт, накопленный при использовании вычислительных машин для всей системы управления установкой. Это движение в направлении использования вычислительных машин в специальных системах защиты основывалось на предполагаемом уменьшении стоимости, а также повышении качества продукции и надежности системы с точки зрения безопасности.

В настоящее время проектируется сложная система, в которой для выполнения всех функций, связанных с остановом реактора, используются компью-

теры. Ожидается, что она оправдает надежды и обещает получение хороших эксплуатационных характеристик, как это было до настоящего времени в других подобных случаях применения компьютеров во всех аспектах управления реакторами КАНДУ, и что в будущих конструкциях, основывающихся на системах дистанционного сбора и обработки данных, будет полностью использован накопленный ранее опыт.

Прототипы реактора КАНДУ

Первым реактором КАНДУ, в котором использовались компьютеры для управления, был опытный реактор Дуглас Пойнт. В него входила одна управляющая ЭВМ 636 фирмы „Контрол дэйта“, использовавшаяся для сканирования сигналов защиты, а также для контроля температуры и регулирования мощности.

В приведенной ниже таблице показаны функции управления, выполняемые компьютерами нескольких поколений реакторов. Во всех промышленных реакторах КАНДУ, созданных после реактора Дуглас Пойнт, функции управления осуществлялись двумя микрокомпьютерами. Эти компьютеры работали в рабочем режиме или „в горячем резерве“ (DCCX и DCCY, соответственно). В этих режимах оба компьютера получают всю информацию с датчиков и выдают идентичные программы управления реактором.

Обычно сигналы управления, поступающие только с главного компьютера, направлены на управление производственным процессом установки. При обнаружении неисправности техническими средствами или с помощью программы самодиагностики сигналы управления автоматически передаются на компьютер, работающий в режиме „горячего резерва“ (DCCY). Это достигается с помощью разъединения сигналов управления главного компьютера и подсоединения выводов управления компьютера DCCY на управление процессами. Передача отдельных или всех функций управления может осуществляться в зависимости от типа неполадок.

В настоящее время во всех промышленных энергетических реакторах КАНДУ используется система главный/резервный компьютер. Эта система показала коэффициент готовности, равный 99,8 % в течение периода эксплуатации, превышающего 50 лет.

Как отмечалось ранее, современные реакторы КАНДУ, также как и другие реакторы, сейчас используют компьютеры в своих специальных системах защиты. Специальные системы защиты реакторов КАНДУ полностью изолированы и независимы от системы управления реактором, описанной в прилагаемой обзорной таблице атомных электростанций.

Еще сравнительно недавно компьютеры в этих системах не использовались. Однако преимущества и выгоды, продемонстрированные при использовании компьютеров для управления, доказали их пригодность и для специальных систем защиты. Поэтому более современные конструкции реакторов стали

включать компьютеры в специальные системы защиты. Система останова реактора 1 (SDS1) и система останова реактора 2 (SDS2) являются системами, наиболее широко использующими компьютеры. Третьей специальной системой безопасности, где применяются компьютеры, является система аварийного впрыска теплоносителя (ECI).

Основные системы останова

В систему останова входят датчики производственного процесса, устройства для изменения реактивности (например, механические, падающие под действием силы тяжести поглощающие стержни), а также органы СУЗ и логические схемы. Если есть показания, что установка работает в потенциально небезопасном режиме (например, мощность слишком высока, скорость потока теплоносителя слишком низка), вводятся устройства реактивности с целью очень быстрого прерывания цепной реакции. Для надежности датчики и логические схемы имеют трехкратное резервирование.

С середины 70-х годов реакторы КАНДУ оборудуются двумя независимыми, с равными возможностями, системами останова. Каждая из этих систем состоит из трех (для повышения надежности) независимых каналов для измерительной аппаратуры. Выводы из этих трех каналов объединяются в мажоритарную схему „два-из-трех“, которая затем используется для инициирования останова реактора.

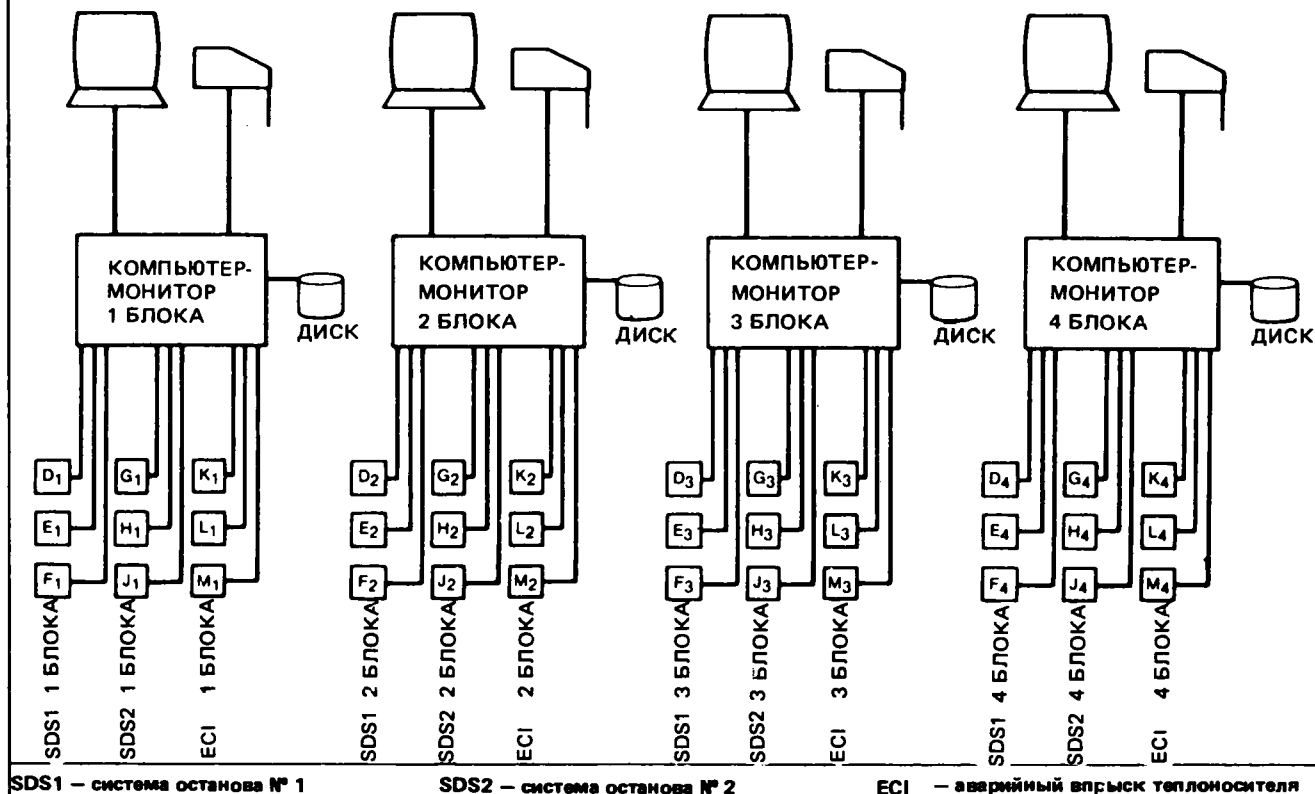
Ниже приводятся основные требования к конструкции этих систем.

- Состояние системы, а также данные измерений, связанные с остановом реактора, и их уставки должны непрерывно отображаться на дисплее центрального пульта управления
- Эта система должна обеспечивать проведение полной проверки, осуществляемой с центрального пульта управления. Тесты должны отображать работу системы, начиная с первичного датчика и кончая механизмом останова
- Логические схемы должны оставаться работоспособными в критических условиях (например, при высокой температуре или землетрясении)
- Система должна быть спроектирована таким образом, чтобы отвечать заданному уровню неготовности, равному 0,001. Таким образом, система проектируется и подвергается типовым испытаниям с целью обеспечения гарантии, что она будет работать в 999 случаях из 1000
- В каждом канале обеих систем останова должны проводиться два различных типа измерений с целью обнаружения неисправности в конструкции

Оснащение вычислительной техники систем останова осуществлялось в три этапа:

- Непрерывный контроль важных параметров системы останова
- Компьютеризация некоторых функций системы останова
- Полная компьютеризация системы останова, включая логические схемы выключения, интерфейсы оператора, испытания и непрерывный контроль

КОНФИГУРАЦИЯ КОМПЬЮТЕРА-МОНИТОРА АЭС БРЮС-А



На схеме изображена полная система контроля для АЭС. Центральный монитор — Micronova MP200 фирмы „Дэйт дженерал“. Этот компьютер полностью изолирован от оборудования системы останова, подключенного к каналу, так как он получает данные от удаленных мультиплексоров через волоконно-оптические линии связи. Каждый мультиплексор представляет собой устройство Micronova MP100 фирмы „Дэйт дженерал“. Эти мультиплексоры собирают данные от каждого канала в системах SDS1, SDS2 и ECI. В блоках этих трех систем безопасности, которые запускают систему в режим эксплуатации, используются обычные аналоговые приборы и релейные логические схемы.

(Источник: AECL.)

Из этих трех этапов в конце 70-х и в начале 80-х годов были реализованы два. Третий этап завершается в настоящее время, и в 1986 г. будет развернута полностью компьютеризованная система останова.

К основным выгодам, предлагаемым этими цифровыми системами, относятся:

- Более низкие общие расходы
- Более высокая гибкость логики
- Усовершенствованные процедуры испытаний
- Улучшенный интерфейс человек-машина
- Более высокий коэффициент готовности (низкая степень неготовности)

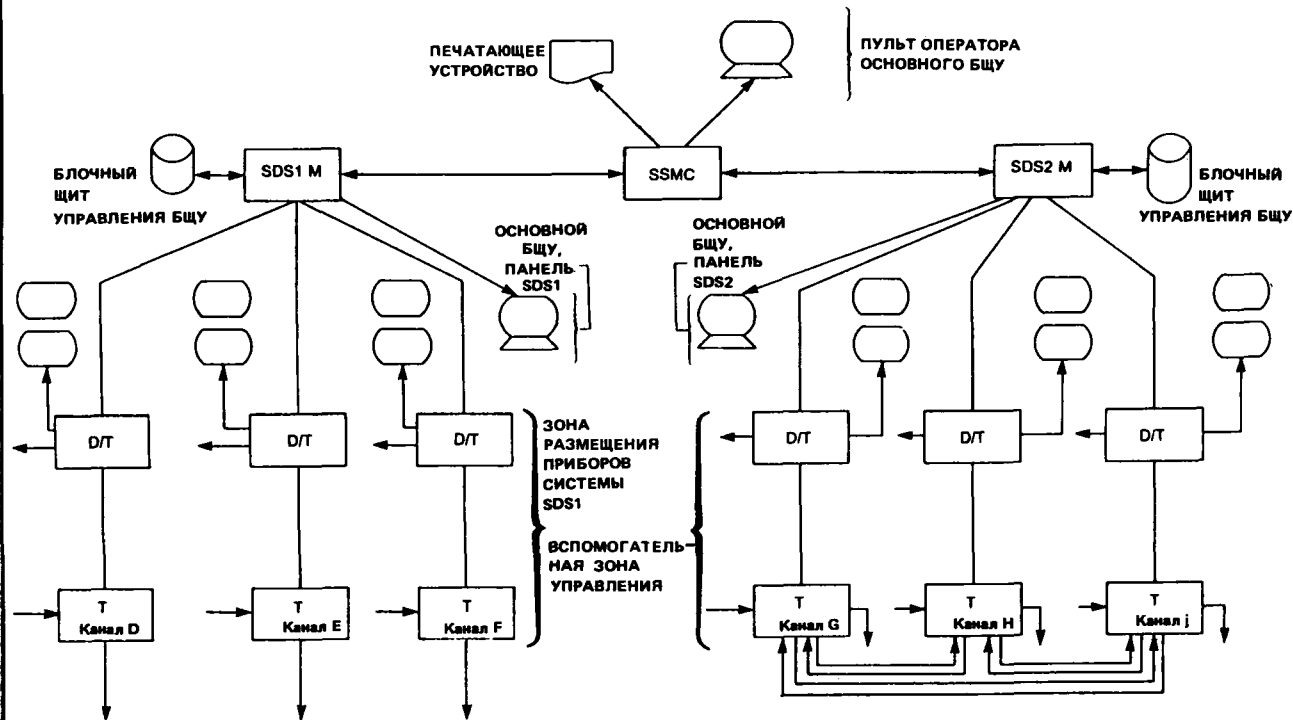
Лучшим способом понимания принципов использования ЭВМ в системах защиты реакторов КАНДУ является изучение их конкретных применений. В следующих разделах данной статьи описываются примеры использования таких систем.

Контроль системы останова: 1 этап

На площадке Брюс, провинция Онтарио, Канада, расположены две электростанции (с четырьмя реакторами КАНДУ мощностью 750 МВт каждый). Система контроля на базе ЭВМ разработана для обеих электростанций. Недавно эти системы были введены в эксплуатацию. На станции Брюс-Б система контроля была установлена еще до начала эксплуатации станции, в то время как на электростанции Брюс-А она сейчас устанавливается на работающих блоках.

ЭВМ, осуществляющие контрольные функции, должны предоставлять оператору визуальную информацию на дисплее со всех каналов системы защиты. Первоначальной причиной развертывания этой системы было стремление обеспечить подачу сигнала уставки аварийного срабатывания, визу-

СХЕМА ПОЛНОСТЬЮ КОМПЬЮТЕРИЗОВАННОЙ СИСТЕМЫ ОСТАНОВА



М — компьютер-монитор D/T — компьютер проверки и отображения результатов (ПОР) Т — компьютер останова SS — система безопасности SSMC — компьютер-монитор системы защиты

На схеме показано расположение компьютеров в системах останова одного блока АЭС Дарлингтон. Всего в системах останова SDS1 и SDS2 используются 15 компьютеров. Эти компьютеры изолированы друг от друга, так как всякая передача данных между компьютерами осуществляется через волоконно-оптические линии связи. Эти каналы передачи данных действуют асинхронно со скоростью 19,2 килобайтов в секунду. Каждый канал обычно передает около 500 байтов в секунду.

Компьютер, изображенный в верхней части схемы, называется компьютер-монитор системы защиты (SSMC). Он расположен таким образом, что информация от мониторов SDS1 и SDS2 может быть представлена оператору в центральный узел управления. Этот процессор управляет периферийными устройствами на пульте оператора, находящемся в центре основного блочного щита управления (MCR).

(Источник: AECL.)

ально отобразить поток измерения при останове. Однако в процессе проектирования были введены дополнительные функции с целью улучшения формы представления информации оператору. Эти дополнительные функции включают:

- Визуальное отображение данных измерений процесса и уставок
- Хранение ранее полученных данных и отображение их результатов
- Регистрация параметров при выключении во время испытаний
- Подача специального сигнала тревоги, показывающего неисправность системы

Иницирование аварийного срабатывания: 2 этап

Системы останова реакторов мощностью 600 МВт подобны системам других реакторов КАНДУ, за одним исключением. Некоторые из функций аварийного срабатывания на реакторе КАНДУ-600 требуют специальной логики, для реализации которой были использованы микрокомпьютеры. Эти компьютеры, называемые программируемыми цифровыми компараторами (PDC), так как они выполняют функцию аналоговых компараторов, работают с июля 1982 г.

В отличие от компьютера, выполняющего второ-

степенную функцию контроля, PDC выполняет реальную функцию выключения в отношении некоторых параметров. В связи с большой важностью PDC для обеспечения их надежности был осуществлен целый ряд специальных конструктивных мер:

- Специальные стандартные программы осуществляют многократную проверку памяти компьютера, хранимых в ней программ и данных, и компонентов ввода/вывода. Эти стандартные программы постоянно действуют в процессе нормальной эксплуатации
- Следящий таймер обеспечивает безаварийную работу каждого PDC (например, отключает канал) в случае обнаружения неисправностей в компьютере или его выхода из строя
- Программное обеспечение поддерживается очень простое, оно имеет один цикл без прерываний. После прогона альтернативной программы с целью проверки своей собственной работоспособности программа останова использует хранящиеся данные испытаний, а не данные полевых измерений
- Каждый прогон программы включает „проверку” выполнения в правильном порядке всех частей программы
- Программы хранятся в программируемом постоянном запоминающем устройстве (ППЗУ)
- Был осуществлен ряд механических и электротехнических усовершенствований с целью увеличения сейсмостойкости PDC и устойчивости к шумам, имеющим электрическую природу

Программируемые цифровые компараторы реализованы на приборах Micronova MP100 фирмы „Дэйта дженерал” с объемом ППЗУ 4К*. Периферийное оборудование отсутствует, кроме оборудования ввода/вывода данных процесса, которое представляет собой интерфейс для этих PDC. Для повышения надежности PDC проектируются с минимальной конфигурацией.

Полностью компьютеризованная система останова: 3 этап

Дарлингтон-А представляет собой многоблочную АЭС, созданную по образцу АЭС Брюс-Б, упоминавшейся ранее. Эта станция в настоящее время находится на стадии строительства, и первый блок будет введен в эксплуатацию в 1987 г. Одной из уникальных черт этой АЭС является то, что в системах останова (SDS1 и SDS2) используются компьютеры, выполняющие интегрированно все функции SDS (см. раздел с описанием технических средств ЭВМ).

Для каждой системы останова используется отдельный компьютер-монитор. Эти два компьютера выполняют те же функции, что и компьютеры-мониторы на электростанции Брюс. Каждый монитор работает самостоятельно и получает данные от компьютеров, осуществляющих функции проверки и отображения результатов (ПОР) почти каждые 2 секун-

ды. В системе на АЭС Дарлингтон эти мониторы также имеют:

- Интерфейс оператора для управления рутинной последовательностью испытаний
- Интерфейс оператора для повторной калибровки детекторов нейтронного потока
- Средства дублирующего отображения дисплеев на каналах

Оператор взаимодействует с этими мониторами двумя способами. Он может получать информацию от любого из этих мониторов, делая запросы через SSMC на своей панели управления. Кроме того, он может выбирать функции с помощью специальной клавиатуры в двух местах на панели MCR, обозначенных SDS1 и SDS2. При каждой клавиатуре имеются дисплеи общего назначения (GPD), копирующие отображения выбранного дисплея. GPD, как правило, будут использоваться для оказания помощи оператору в выборе последовательности испытаний и повторной калибровки детектора потока нейтронов.

Компьютеры проверки и отображения результатов, подключенные к каналу

В каждом канале обеих систем останова находится компьютер проверки и отображения результатов (ПОР). Этот процессор получает данные от соответствующего ему компьютера останова. Данные преобразуются и используются для получения визуального отображения гистограмм измерений параметров на дисплеях, подключенных к каналу. Эта информация передается также на соответствующий компьютер-монитор. Такие процессоры ПОР не только обеспечивают визуальное отображение в канале, но и действуют как буферные устройства для подключения к каналу тестовых устройств управления и других устройств ввода и вывода в канале, которые должны быть изолированы от компьютера-монитора или основного щита управления.

Компьютеры останова

Компьютеры останова обрабатывают все параметры от двух систем останова. Они схожи с PDC, установленными на реакторе КАНДУ-600, и выполняют следующие функции:

- Осуществляют ввод результатов полевых испытаний
- Принимают все решения, связанные с остановом
- Динамически компенсируют значения детекторов потока нейтронов
- Принимают и учитывают коэффициенты повторной калибровки детекторов потока нейтронов
- Передают данные на компьютер ПОР (D/T)

Тенденции развития

Успешное применение компьютеров в системах управления и в последнее время в системах защиты

* Килобайт, единица количества информации в памяти, = 1024 байта.

реактора КАНДУ подтверждает преимущества использования искусственного интеллекта. Быстрые темпы развития производства ЭВМ также открыли новые возможности. Выделим три области, где можно ожидать изменений.

Первая: сбор и/или управление распределенными данными будут использоваться для уменьшения стоимости электрической и информационной сети на реакторе и сроков строительства. Эта тенденция просматривается на примере современной конструкции реактора КАНДУ-300, в которую включена система управления, использующая основные магистрали передачи данных и удаленные мультимплексоры.

Второй областью, где могут произойти изменения, является область взаимодействия человека с маши-

ной через пульт управления. Новая техника визуального отображения данных и производительность ЭВМ снизят стоимость и улучшат качество взаимодействия человека с машиной.

К третьей области, где ожидаются изменения, относится характер предъявляемых или уникальных требований к индивидуальным проектам. Существуют конкретные ситуации, когда опыт, накопленный в отношении технических средств и программного обеспечения или систем, используемых в реакторах КАНДУ, может быть использован в других установках. Сюда относится использование ЭВМ на критических сборках или в маломощных энергетических установках.

Технические средства для системы останова реактора КАНДУ

ЭВМ, используемые в полностью компьютеризованной системе останова, представляют собой стандартную продукцию. Все компьютеры, за исключением компьютера системы останова 2 (SDS2), представляют собой центральные процессоры серии 250 фирмы „Дженерал отомэйшн“, соединенные с аппаратными устройствами ввода/вывода (YBB) фирмы „Дженерал отомэйшн“.

Компьютеры SDS2 — это БИС-процессоры 11/23 DEC соединенные с YBB фирмы „Компьютер продактс“. Все компьютеры имеют 16-разрядные центральные процессоры. Мониторы SDS1 и SDS2 имеют память 64K слов и диск на 10.2 Мбайт.

Компьютеры ПОР и компьютеры контроля системы безопасности (SSMC) имеют оперативную память на 32K слов и ПЗУ объемом 16K слов. В прилагаемой таблице приведены типовые значения вводов и выводов и соответствующие технические средства. Эти ЭВМ и ЭВМ останова являются отдельными стоящими устройствами и выполняют резидентные программы, хранящиеся в ПЗУ и использующиеся в непрерывном цикле.

Конструкция дисплеев

В качестве графических генераторов дисплеев (VDG) используются генераторы модели 6210 RAMTEK. Генератор дает цветное графическое и буквенно-цифровое отображение с максимальным разрешением 640x480 пикселей.

Сейсмостойкие ЭЛТ, защищенные от воздействия окружающей среды, соединены с генераторами VDG. Компьютеры-мониторы имеют сейсмостойкие цветные дисплеи. Мониторы VDG имеют дополнительные средства обеспечения векторной графики отображения для результатов экстраполяции направления.

Полевые соединения

Все компьютеры в этой системе получают сигналы от полевых датчиков от специально разработанного оконечного модуля. Этот модуль можно использовать с несколькими различными типами ЭВМ. Его кон-

струкция обеспечивает подавление и фильтрацию шумов в сигналах ввода и вывода каждого компьюте-

Стандартные характеристики технических средств: полностью компьютеризованная система останова

Узлы ЭВМ	Монитор системы безопасности	Монитор SDS	Отображение результатов	Останов
Оперативная память ПЗУ	32K слов 16K слов	64K слов —	32K слов 16K слов	16K слов 16K слов
Последовательная связь	3	5	4	1
Диск	—	1	—	—
Клавиатура	1	1	—	—
VDG	1	1	2	—
Дисплей с цветным изображением	1	1	—	—
Дисплей с одноцветным изображением	—	—	2	—
Цифровой ввод	16	64	64	32
Цифровой вывод	32	32	128	48
Аналоговый ввод	—	—	16	48
Аналоговый вывод	—	4	4	4

ПЗУ — постоянное запоминающее устройство
VDG — графогенератор видеосигналов

ра. Кроме того, этот модуль имеет электронно-оптические преобразователи на основе волоконной оптики, индикацию состояния цифрового ввода и вывода и следящее устройство для каждого процессора.

Каналы связи и блокировка передачи данных

Все регулярные каналы связи в этой системе обрабатываются контроллерами DMA каждого компьютера. Информация поступает асинхронно во всех случаях и почти все время только в одном направлении. Конструкция позволяет оператору передавать данные от компьютера-монитора на компьютер ПОР и компьютер останова. Однако эта возможность блокируется, так что передача данных может происходить только в одном канале в каждой SDS за один раз. Блокирующие устройства, управляющие таким способом передачи данных, являются внешними по отношению к компьютерам и входят в конструкцию микросхем электронно-оптических преобразователей в каждом оконечном модуле.

Способность посылать данные в отдельный канал используется оператором для управления испытаниями аппаратуры, включенной в канал, и повторной калибровки показаний детектора потока нейтронов в компьютере останова.

Программное обеспечение

Все прикладное программное обеспечение разработано специально для этой системы. Большинство программ, включая программное обеспечение останова, написано на языке ФОРТРАН. В компьютерах-мониторах используется операционная система, поставляемая фирмой-изготовителем.

Процессоры SSMC, ПОР и процессоры останова имеют очень простую структуру программного обеспечения и обычно выполняют один цикл основной программы каждые 30–100 мс.

Как и в предыдущих системах, каждый компьютер будет иметь определенные средства автодиагностики. Наиболее широко они представлены в компьютерах останова, и целью их создания было обеспечение правильного функционирования памяти центрального процессора и устройства ввода/вывода. Если во время автодиагностики компьютер обнаружит серьезную неисправность или если он не в состоянии выполнять программы в пределах заранее установленного периода времени, то контрольно-следящее устройство устанавливает выходные сигналы компьютера в пределах величин, обеспечивающих безопасное состояние.



KEEP ABREAST WITH IAEA PUBLICATIONS

IAEA TECHNICAL DOCUMENTS (IAEA-TECDOCs)

In addition to the priced publications announced in the *Keep Abreast* section, the IAEA publishes unpriced documents in the IAEA-TECDOC series. These have a limited distribution, and no copies are normally sent to Member States or to depository libraries. They are, however, recorded in INIS; hard copies are sometimes available in limited numbers, and microfiches may be purchased at a price of Austrian Schillings 80,— each. The TECDOCs published between May and July 1985 are:

- IAEA-TECDOC-335 Nuclear Standard Reference Data (*Proceedings of an Advisory Group Meeting, Geel, 12–16 November 1984*)
- IAEA-TECDOC-336 Transactinium Isotope Nuclear Data — 1984 (*Proceedings of the Third Advisory Group Meeting, Uppsala, 21–25 May 1984*)
- IAEA-TECDOC-337 Inorganic Ion Exchangers and Adsorbents for Chemical Processing in the Nuclear Fuel Cycle (*Proceedings of a Technical Committee Meeting, Vienna, 12–15 June 1984*)
- IAEA-TECDOC-338 Nuclear Techniques to Study the Role of Mycorrhiza in Increasing Food Crop Production (*Proceedings of a Consultants' Meeting, Vienna, 16–20 November 1981*)
- IAEA-TECDOC-339 Immunodiagnosis of Parasitic Infections Using Nuclear Techniques (*Report of an Advisory Group Meeting, Vienna, 7–10 May 1984*)
- IAEA-TECDOC-340 Activities of the IAEA Laboratories in Seibersdorf and Vienna: Biennial Report 1983–1984
- IAEA-TECDOC-341 Developments in the Preparation of Operating Procedures for Emergency Conditions of Nuclear Power Plants
- IAEA-TECDOC-342 Mutation Breeding for Disease Resistance Using In-Vitro Culture Techniques (*Report of an Advisory Group Meeting, Vienna, 8–12 October 1984*)
- IAEA-TECDOC-343 Application of Microearthquake Surveys in Nuclear Power Plant Siting

KEEP ABREAST WITH IAEA PUBLICATIONS