

УДК 681.52'185+681.518.5+519.686

ОПЫТ РАЗРАБОТКИ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ КОНТРОЛЯ НА БАЗЕ СТАНДАРТОВ МАГИСТРАЛЕЙ VME И VXI

Вакулик А.С.

ООО "Комтех", г. Кишинев

Рассматриваются архитектура и аппаратное обеспечение модульных систем контроля и диагностики на базе магистральных стандартов VME и VXI.

Историческая справка

Вот уже более 18 лет в ООО "Комтех" и "Унипакс" (г.Кишинев) разрабатываются системы контроля и диагностики различного назначения (в т.ч. специального).

Первой их известной разработкой является автоматизированная система контроля цифровых узлов ТЕСТ-7901 (1979 г. разработки), серийно изготавливавшаяся Кишиневским заводом "Сигнал" в 1981-1988 гг. К ее достоинствам следует отнести эффективный специализированный язык высокого уровня для описания процессов контроля с проблемно-ориентированной мнемоникой и гибкая программируемая архитектура аппаратуры. За время выпуска указанной системой были оснащены более 50 предприятий Минпромсвязи, Минрадиопрома и Минавиапрома СССР (годовая программа выпуска составляла 36-60 изделий в год).

Технические решения ТЕСТ-7901 были защищены более 10 авторскими свидетельствами на изобретения, система отмечена медалями ВДНХ СССР. Дальнейшими разработками в этом направлении являются ТЕСТ-8103 (серийно выпускался в 1985-1989 гг.) и ТЕСТ-88. С 1989 г. работы в области разработки систем контроля цифровых узлов практически не велись в связи с насыщенностью рынка и сменой направления работ.

В 1984-1987 гг. тем же коллективом специалистов была разработана качественно иная автоматизированная система функционального контроля (АСФК) распределенных многопроцессорных комплексов дискретной связи ТЕСТ-8505, обладавшая за счет оптимизации и адаптации программного и аппаратного обеспечения к

целевым функциям высокой эффективностью (время полного цикла электрических испытаний объекта контроля сокращалось в 10-12 раз при значительно более высокой полноте проверок). ТЕСТ-8505 позволяла также сократить в 3-4,5 раза время отладки специализированного ПО комплексов связи (использовалась при разработке и отладке комплексов связи "Сурами-К", "Ринг", "Коралл-ОА", "Музыкант", "Квант-Ц"). Однако она обладала малой мобильностью, язык описания процессов контроля был излишне жестко связан с узкой группой объектов контроля. Поэтому было изготовлено всего 12 таких комплексов.

Накопленный опыт привел к переориентации на магистрально-модульный принцип построения АСФК на базе межмодульной магистрали VME, а затем VXI, т.к. только магистраль VXI bus обладает оптимальным комплексом характеристик для создания высокопроизводительных АСФК различного назначения с гибким оперативным реконфигурированием состава и функций, что подтверждается соответствующим опытом ведущих зарубежных производителей аналогичной аппаратуры (Hewlett-Packard, Colorado Data Systems, John Fluke, National Instruments и др.).

На начальном этапе работы были глубоко проработаны вопросы обоснованного выбора архитектуры системы.

Определяющее влияние на архитектуру технических средств имеет выбор межмодульной магистрали. Главным критерием при выборе межмодульной системной магистрали должно быть ее максимальное соответствие целевому назначению проектируемой системы. Сюда включаются не только функциональные параметры магистрали, но и ее распространенность среди производителей

аналогичного оборудования для обеспечения возможности использования уже имеющегося задела модулей [1].

Указанным требованиям в полной мере отвечает использование унифицированной, стандартизированной межмодульной магистрали, что позволяет ускорить разработку, внедрение и модернизацию контрольно-испытательного оборудования за счет распределения (при разработке модулей) и последующего интегрирования (при разработке систем и комплексов) усилий многих разработчиков и изготовителей. Магистрально-модульные интерфейсы позволяют исключить из состава модулей и интегрировать в отдельный узел системные средства управления, обработки и отображения, что значительно снижает суммарный объем аппаратуры и ПО системы и позволяет централизовать управление ею.

Анализ мирового опыта построения магистрально-модульных систем среднего быстродействия показал, что наиболее распространенными и перспективными на сегодня являются Multibus-II, VMEbus (и ее специализированное расширение VXIbus), Futurebus (Futurebus+).

При этом Multibus-II используется в высокопроизводительных мультипроцессорных системах таких фирм, как Intel, DEC [2]. Магистраль Futurebus+ использует главным образом фирма Sun Microsystems, а также DEC. В перспективных системах фирмы DEC Futurebus+ предполагается использовать как главную системную магистраль [3]. При этом в подтверждение популярности магистрали VMEbus следует отметить, что IEEE разработана спецификация моста VMEbus – Futurebus+ – спецификация P1014-1, т.к. VMEbus используется как магистраль ввода/вывода в высокопроизводительных мультипроцессорных системах таких фирм, как Sun, DEC, Concurrent, Encore [3]. Таким образом, магистрали Multibus-II, Futurebus+ используются при создании высокопроизводительных мультипроцессорных систем для научных исследований, САПР, ПВО, ПРО, централизованного боевого управления и т.п., где требуются большие вычислительные мощности и мощные графические средства, а функции ввода/вывода необходимы как дополнительные.

В то же время среди фирм, занимающихся разработкой контрольно-испытательного оборудования (в т.ч. магистрально-модульных систем), с 1988 г. наблюдается буквально лавинообразный рост выпуска модулей для создания контрольно-испытательных средств на базе магистрали VXI, которая представляет собой расширение магистрали

VMEbus для инструментальных систем (VMEbus eXtention for Instrumentation systems).

Так, если в конце 1988 г. появились сообщения о единичных типах готовых продуктов [4], то в начале 1989 г. насчитывалось уже более 20 типов выпускаемых модулей (в т.ч. 3 типа крейтов) [5]. С конца 1989 и в течение 1990 г. ведущие фирмы-изготовители рекламировали уже около сотни типов модулей для магистрали VXIbus каждая (например, Colorado Data Systems [6] и Hewlett-Packard [7]). С 1989 г. к разработке модулей для магистрали VXIbus или систем на ее основе приступили более 60 фирм, в т.ч. основные изготовители контрольно-измерительного оборудования Colorado Data Systems, Hewlett-Packard, Racal-Dana Instruments, Tektronix, Wavetek, John Fluke, GenRad, Keithley Instruments и National Instruments и множество более мелких [12-15].

Разработка стандарта магистрали VXIbus началась в 1985 г. с предложения ВВС США членам группы пользователей модульного автоматизированного контрольно-измерительного и испытательного оборудования (МАТЕ) разработать открытый стандарт магистрали для одноплатных контрольно-измерительных приборов [4]. К этому времени многие военные и наиболее компетентные гражданские пользователи такого оборудования “переросли” приборный интерфейс IEEE-488 (первоначально разработан фирмой Hewlett-Packard под именем GPIB, у нас известен как КОП ГОСТ 26.003-80) и приступили к разработке испытательных систем на базе модулей магистрали VMEbus, к тому времени ставшей общепризнанным международным стандартом (IEEE-1014, IEC-821). Поэтому эта магистраль и стала основой для создания новой приборной магистрали VXIbus [8].

В СССР первые разработки на базе магистрали VMEbus (в виде тиражируемых модулей) появились в 1987 г. Пионером в этой области, видимо, следует считать ИАиЭ СО АН СССР, г. Новосибирск [9]. С 1988 г. координация работ в системе организаций АН СССР в области магистрально-модульных систем решением Президиума АН СССР была возложена на НТО АН, Ленинград. В рамках этой работы объединялись усилия и ряда промышленных предприятий, в т.ч. Кишиневского НИИ “Квант”, в отделе АСК которого с 1988 в рамках ОКР “Барк-КМС” началась разработка первой, насколько известно, в СССР АСФК на базе магистрали VMEbus для КБМ, г. Миасс (остановленная в 1990 г. на стадии изготовления ОО в связи с прекращением финансирования из госбюджета соответствующих работ КБМ). С конца 1988 г.

была также начата разработка устройства управления и обработки уникальной по параметрам АСК модулей питания ЭВМ типа "Эльбрус", ряда М16 и т.п. (ОКР "Диалог", заказчик - НИИ ВК, Москва), прекращенная в начале 1991 г. в конце этапа разработки рабочей КД также в связи с прекращением финансирования из госбюджета.

Разработанные и изготавливаемые АСФК

С конца 1989 г. по инициативе НТО АН в СССР начинается освоение магистрали VХIbus.

В это же время группой специалистов будущего ООО "Унипакс" на базе магистрали VХIbus в рамках ОКР "Урал" начата разработка АСФК ТЕСТ-8707 (заказчик - ПО "Автоматика", г.Свердловск) на базе магистрально-модульных принципов построения архитектуры.

АСФК предназначена для проведения отладочных работ и приемо-сдаточных испытаний перспективных комплексов цифровой связи.

В настоящее время изготовлены 3 опытных образца АСФК ТЕСТ-8707 по договору с ПО "Автоматика" и проведены испытания на стендах ООО "Унипакс", а 2-х ОО - на стенде заказчика (1-го ОО АСФК - в декабре 1993 г).

За счет использования в АСФК ТЕСТ-8707 в качестве системной магистрали VХIbus и разработки нового языка описания заданий удалось достичь как высокой гибкости и универсальности системы функционального контроля в целом, так и высокой степени ее эффективности для конкретных объектов контроля. В указанной АСФК следует отметить наличие специальных средств описания единичных транзакций (в связи с наличием аппаратного интерпретатора инструкций этого языка), что позволило обеспечить:

- индивидуальную скорость обмена по одиночному каналу: 32-19200 бит/с для синхронных и 0,5-19200 Бод для асинхронных каналов;

- одновременную работу по 24 приемным и 24 передающим информационным каналам с выдачей до 48 и одновременным приемом до 48 сопутствующих сигналов;

- программирование временных интервалов с точностью не хуже 50 мкс;

- программирование выходных логических уровней сигналов и двухпороговое компарирование уровней входных сигналов в диапазоне ± 25 В с дискретностью 0,25 В;

- возможность внесения искажений типа "дробление" или "краевые" с заданной интенсивностью (с уменьшением в 2 раза одновременно

работающих каналов);

- возможность программирования логики взаимодействия произвольного набора каналов.

Совместно с программным обеспечением, позволяющим пользователю создавать свои языковые конструкции и присваивать им оригинальные мнемонические обозначения, такая аппаратура позволяет создавать АСФК самого широкого назначения.

1-я очередь ТЕСТ-8707 обеспечивает взаимодействие с объектом контроля по штатным каналам цифровой радиосвязи (в т.ч. по космическим каналам связи) одновременно (на уровне интерфейса с приемо-передатчиками), а также по 4 каналам стыка ГОСТ 26765.52-87 (MIL-STD-1553). Она также обеспечивает возможность полноценной имитации объекта контроля (за исключением приема по некачественным каналам - с искажениями более 10%). Следует отметить весьма простое (на уровне прикладного ПО на базе БЕЙСИК-подобного языка высокого уровня с проблемно-ориентированной мнемоникой) изменение номенклатуры, скоростей обмена и структур информации по всем каналам обмена.

2-я очередь ТЕСТ-8707 обеспечивает имитацию периферийной (по отношению к ОК) аппаратуры (приемо-передатчиков, коммутаторов радиочастотных трактов и т.п.) по интерфейсам управления (ЛКП САУК "Координатор", "провод-команда", ИРПС - аналог RS-232С, по каналам стыка ГОСТ 26765.52-87 и т.п.). При этом имеется возможность полноценной имитации объекта контроля.

При сокращенном количестве каналов возможно объединение функций 1 и 2 очереди в 1 крейте.

За счет использования в качестве управляющей ЭВМ верхнего уровня IBM PC/AT имеются мощные гибкие средства ввода/вывода, архивации и взаимодействия с оператором. При включении в состав ПЭВМ или крейта соответствующего специализированного модуля возможна автоматизированная работа в составе соответствующей локальной сети обмена данными.

Включенный в состав крейта IBM-совместимый процессор первичной обработки информации и распределения заданий совместно с групповыми контроллерами управления каналами обеспечивает высокую пропускную способность АСФК и взаимодействие с объектом контроля в реальном масштабе времени.

В основу разработки была положена концепция трехуровневой архитектуры АСФК.

Первый (нижний) уровень - модули -

представляет собой набор функционально-законченных аппаратных узлов, обеспечивающих главным образом физическое сопряжение с объектом контроля и первичную обработку результатов контроля. Сюда же можно отнести и различного вида панели подключения к объекту контроля, обеспечивающие (при необходимости) кроссировку цепей модулей на разъемы объекта контроля.

Второй уровень — крейты — обеспечивает средства объединения модулей (кросс-панель магистралей VХI) и поддержки их функционирования (электропитание, вентиляция и т.п.). На этом же уровне с помощью т.н. базовых модулей (IBM-совместимый процессор, ОЗУ, интерфейс с третьим уровнем) обеспечиваются функции диспетчеризации заданий от высшего уровня, формирования отчетов, контроля в реальном масштабе времени и т.п. Указанные функции реализуются специализированной операционной системой — ОС НУ (нижнего уровня).

Третий уровень — рабочее место оператора (на базе IBM АТ) — обеспечивает общесистемные функции и интерфейс АСФК с оператором комплекса. ПО рабочего места представляет собой интегрирующую оболочку и реализует многооконную систему, формирующую иерархическое меню, с помощью которого пользователь осуществляет выбор и установку команд и режимов. Главное требование к ПО интегрирующей оболочки — это ее открытость, дающая возможность подключать к ней новые модули ПО.

Другое важное требование к интегрирующей оболочке — это ее удобство. Это достигается за счет использования цвета, звука, сообщений об ошибках, страховки от непреднамеренных действий. Из среды интегрирующей оболочки доступны получение подсказки, редактирование текстов прикладных программ, загрузка и сохранение файлов прикладных программ, интерпретация прикладных программ, управление аппаратурой АСФК и т.д. Навигация в главном управляющем меню и его окнах осуществляется при помощи клавиш управления курсором. Кандидат в выбранную команду отображается инверсией цветов знака и фона. В языке описания заданий использованы операторы с проблемно-ориентированной русской мнемоникой, что обеспечивает быстрое и качественное освоение системы непрофессиональным программистом. Имеется возможность описания структур сообщений и их отдельных элементов в блочном виде с использованием для обозначения блоков с целью ссылки

на них в прикладных программах выбираемой пользователем мнемоники. Сами структуры могут быть описаны в отдельных файлах. Это обеспечивает максимальную простоту и наглядность при описании алгоритмов тестирования верхних уровней протоколов обмена в ОК системным разработчиком и облегчает выполнение режимных требований. Кроме того, простота и наглядность прикладного ПО обеспечивает возможность его сопровождения различными контролирующими службами.

Принятые архитектурные решения предполагают в перспективе использование для описания объектов контроля перспективного метода трансмиссионных грамматик без решения проблем объединения описаний на уровне грамматик сообщений и грамматик действий, что позволит в значительной мере автоматизировать синтез тестов для верификации и тестирования реализаций соответствующих протоколов обмена.

За счет принятых в АСФК ТЕСТ-8707 решений (в т.ч. разработки нового языка описания заданий) удалось достичь как высокой гибкости и универсальности системы функционального контроля в целом, так и высокой степени ее эффективности для конкретных объектов контроля.

Кроме того, принятые схемотехнические решения обеспечивают (при необходимости), как уже было отмечено, возможность имитации самого объекта контроля, что дает возможность отработки ряда технических вопросов еще до изготовления полноценного объекта контроля.

Предусмотренный стандартом VХIbus конструктив "Евромеханика" обеспечивает высокую степень унификации и взаимозаменяемости модулей.

В состав каждого изделия входят:

- | | |
|--|----------|
| 1) управляющая ППЭВМ типа IBM PC/AT | 1 шт. |
| 2) крейт | 1 шт. |
| 3) система интерфейса ППЭВМ-VME, аналогичного MХIbus [10,11]) | 1 компл. |
| 4) комплект установленных в крейте модулей | 1 компл. |
| 5) комплект запасных частей и принадлежностей, включая переходное устройство | 1 компл. |
| 6) комплект ЭД | 1 компл. |
| 7) комплект ПО (на магнитном носителе) | 1 компл. |

В состав модулей АСФК входят:

- базовый комплект — модули VME-PC, CPU-86, RAM 512k, "Интерфейс АТ"
- "Интерфейс УНС" — для обмена по синхронным и асинхронным информационным

цепям на скоростях до 19200 Бод (бит/с);

- "Интерфейс ОПС" — для обмена по стыку ГОСТ 26765.52-87;
- "Интерфейс Ш" — для обмена по специализированному стыку;
- "Интерфейс ИРПС" — для обмена по стыку ИРПС;
- "Интерфейс СУ" — для обмена по цепям дистанционного управления типа "провод-команда";
- "Интерфейс Л" — для обмена по специализированной кольцевой сети по каналу ЛКП;
- "Интерфейс С" — для имитации специализированной аппаратуры СЕВ.

При наличии перспектив сбыта предполагается организация серийного производства изделия на одном из предприятий РФ с приемкой заказчика.

Накопленный разработчиками опыт и авторитет в области разработки АСФК позволил с 1992 г. начать серию ОКР по заказам НПО ПМ (г. Красноярск-26) для контроля бортовых узлов и подсистем спутников связи различного назначения. Взамен устаревшего испытательного комплекса ИК-РКУ разработаны две автоматизированные системы: система контроля монтажа (АСКМ) ТЕСТ-9110 и система функционального контроля (АСФК) ТЕСТ-9111.

АСКМ предназначена для контроля сопротивления соединительных цепей, сопротивления изоляции, прочности изоляции. Общее количество точек подключения к объекту контроля 5000, с возможностью расширения до 10000.

АСФК предназначена для подготовки, проведения электрических испытаний в реальном масштабе времени, а также обработки результатов испытаний разработанных НПО ПМ и по его заказам объектов контроля (ОК) различного назначения на уровне приборов, узлов и блоков, и обладает гибкой, реконфигурируемой структурой, агрегатными принципами построения с достаточным набором устройств сопряжения. Общее количество точек подключения к объекту контроля 5000, с возможностью расширения до 10000.

АСКМ, АСФК обладают следующими важными преимуществами:

1. При конфигурации АСКМ для контроля монтажа в 5000 точках система включает 5 крейтов, собранных в одну стойку, и занимает площадь не более 4 кв.м (ИК-РКУ для той же задачи содержит 7 стоек и занимает площадь около 15 кв.м).

АСФК в конфигурации на 5000 каналов включает 13 крейтов, собранных в 3 стойки, и

занимает площадь 10 кв.м (ИК-РКУ для той же задачи содержит 13 стоек и занимает площадь около 30 кв.м).

2. Использование для управления системой ПЭВМ IBM PC/AT поднимает на качественно новую ступень уровень взаимодействия пользователя и системы, обеспечивая удобство и автоматизацию управления, программирования и обработки результатов контроля, включая документирование.

3. При разработке системы использованы современные методы проектирования, конструктивная база "Евромеханика" и перспективная магистраль измерительных систем VXI, что обеспечило гибкость, реконфигурируемость и возможность развития системы по желанию пользователя (ИК-РКУ такими возможностями не обладает).

4. АСКМ предлагается к тиражированию в отрасли взамен ИК-РКУ, что позволит повысить эффективность и значительно сократить время контроля.

В состав АСКМ входит:

- 1) 5 крейтов SLAVE;
- 2) ПЭВМ типа IBM-AT;
- 3) комплект функциональных модулей VME/VXI.

В состав функциональных модулей АСКМ входит:

- 1) модуль межкрейтовой связи (МКС);
- 2) модуль измерения сопротивления изоляции и сопротивления цепи (ИС);
- 3) модуль матричного коммутатора (КММ);
- 4) модули высоковольтных мультиплексоров (ВВК).

В настоящее время завершается передача комплекта рабочей КД для организации производства АСКМ на одном из предприятий РФ с приемкой заказчика.

Приборный состав АСФК включает в себя:

- 1) ПЭВМ типа IBM-AT;
- 2) 13 крейтов MASTER и SLAVE;
- 3) комплект функциональных модулей VME/VXI.

В состав функциональных модулей АСФК входят:

- 1) 4-х канальный аналого-цифровой преобразователь/компаратор;
- 2) 4-х канальный цифро-аналоговый преобразователь;
- 3) 4-х канальное программируемое сопротивление;
- 4) матричный мультиплексор;
- 5) электронные ключи с временным управлением;
- 6) модуль интерфейса блоков питания серии Б5-43...56;
- 7) модуль управления питанием ОК;
- 8) интерфейс канала "МОК";
- 9) модуль ввода сигнальных параметров;
- 10) модуль процессора;
- 11) модуль межкрейтовой связи;
- 12) цифровой порт ввода-вывода;
- 13) квазирелейный матричный мультиплексор;

- 14) формирователь релейных команд;
- 15) модуль интерфейса КОП по ГОСТ 26.003-80;
- 16) интерфейсный комплект модулей для связи с ППЭВМ IBM AT (отличаются для АСКИМ и АСФК).

Следует отметить, что если в ТЕСТ-8707 реализован принцип статического конфигурирования, то в АСФК и АСКИМ реализован принцип динамического конфигурирования системы в соответствии с рекомендациями стандарта VXI [8], в т.ч. с расширением для многокрейтовых систем.

Крейты

КРЕЙТ АСФК ТЕСТ-8707. Крейт предназначен для размещения вставных модулей и обеспечения их взаимодействия по магистрали VME IEEE 1014 (Rev.C) A16/D16, A16/D8, A24/D16 и A24/D8 с частичным использованием цепей разъема P2 магистрали VXI-bus.

Технические данные:

- крейт обеспечивает установку тринадцати модулей с шагом установки 30,5 мм;
- крейт обеспечивает установку модулей с печатной платой размером 340x233,35 мм (типоразмер С) и (или) 160x233,35 мм (типоразмер В) с помощью специального носителя;
- крейт обеспечивает модули питающими напряжениями $(5 \pm 0,5)$ В при токе до 60 А и $(27 \pm 1,35)$ В при токе до 5 А. Использование малогабаритных высоконадежных модульных источников электропитания (разработки бывш. Минсудпрома) позволяет при необходимости обеспечить модули крейта и другими питающими напряжениями;
- питание крейта осуществляется от однофазной сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В с частотой 50 Гц;
- крейт обеспечивает принудительное охлаждение модулей воздушным потоком;
- габаритные размеры крейта не более 520x650x440 мм;
- масса крейта не более 50 кг.

Взамен отсутствующих модулей для обеспечения замкнутости контура вентиляции устанавливаются заглушки, имитирующие лицевые панели модулей.

Внутренний межмодульный монтаж обеспечивается кросс-панелями 1 и 2, шиной и жгутами. Взаимодействие вставных модулей в крейте обеспечивается через кросс-панель 1, кросс-панель 2.

Кросс-панель 1 выполняет функции магистрали VME и выполняет основную роль в обмене данными между модулями.

Кросс-панель 2 выполняет вспомогательную роль при взаимодействии между модулями Интерфейс

УНС.

“MASTER”-КРЕЙТ. Предназначен для объединения функционально-законченных модулей, которые, обладая некоторым интеллектом, могут самостоятельно взаимодействовать между собой и управлять более простыми модулями. Такие модули именуются “MASTER”-модуль, а простые модули – “SLAVE”-модуль.

“MASTER”-крейт разработан на основе конструктива “Евромеханика” в соответствии с требованиями стандарта на магистраль VXIbus с 13 посадочными местами под установку модулей с габаритами 30x368x262 мм (С-размер) или с габаритами 20x188x262 (В-размер).

Для межмодульного обмена информацией используется внутрикрейтовая магистраль VXIbus, выполненная на одной многослойной (разъемы P1) и одной двухслойной (разъемы P2) печатных платах со всеми основными функциями стандарта [8] по разъему P1, за исключением SERDAT и SERCLK.

По разъему P2 реализованы функции [8]:

- 12 линий MODID (MODID01...12);
- 8 линий TTLTRG (TTLTRG0..7);
- 12 линий LOCAL BUS (LBUS00...11);
- питание +5 В, ± 24 В, ± 12 В.

По весогабаритным характеристикам аналогичен крейту ТЕСТ-8707. Конструктивно отличается от него незначительно.

КРЕЙТ “SLAVE”. Предназначен для решения задачи объединения максимально возможного количества специализированных функциональных “SLAVE”-модулей. Такая задача возникает при создании мультиплексоров со значительным общим количеством каналов и создании больших массивов каналов формирования однородных тестовых сигналов.

Крейт “SLAVE” разработан на основе конструктива “Евромеханика” с 21 посадочным местом под установку модулей с габаритами 20x368x262 мм (С-размер с измененной лицевой панелью).

Для управления “SLAVE”-крейтами используется межкрейтовая магистраль, аналогичная MXIbus [10, 11, 13].

Для внутрикрейтового обмена информацией используется “усеченная” магистраль VXIbus, выполненная на двух двухслойных печатных платах.

По разъему P1 реализованы функции:

- чтение/запись модулей типа A16/D16 с соответствующими циклами магистрали одно- и двухбайтовыми словами;
- выдача и обработка прерываний не менее 1 уровня;

– питание +5 В, ±12 В.

По разъему P2 реализованы функции:

- 20 линий MODID (MODID01...20);
- 8 линий TTLTRG (TTLTRG0..7);
- 12 линий LOCAL BUS (LBUS00...11);
- питание +5 В.

На отдельный внешний разъем крейта выведены цепи LBUS0...3 разъема P2 (используются как межкрейтовые аналоговые шины).

По весогабаритным характеристикам аналогичен крейту ТЕСТ-8707.

Переходное устройство

Переходное устройство (ПУ) предназначено для обеспечения сопряжения по уровням и нагрузочным сопротивлениям унифицированных приемо-передающих каналов модулей изделия с объектами контроля (ОК). ПУ также обеспечивает гибкую оперативную перекоммутацию входов/выходов модулей изделия при смене ОК или режима работы (проверка ОК/полный самоконтроль) за счет использования легкоъемных коммутационных устройств (КУ).

Модули

По функциональному назначению модули можно условно разделить на следующие группы:

- 1) общесистемные модули;
- 2) функциональные модули сопряжения с ОК (формирователи команд и управляющих сигналов, приемники ответных реакций, измерители сигналов с технологических датчиков ОК, имитаторы аналоговых датчиков ОК);
- 3) модули обмена по высокоинформативным каналам;
- 4) специализированные модули.

Общесистемные модули. В состав общесистемных модулей входят:

- система интерфейса ППЭВМ-VME;
- модуль процессора (аналогичен изготавливаемому ЭЗНП CPU 1681);
- модуль ОЗУ (аналогичен изготавливаемому ЭЗНП CHVME-M-0101);
- модуль межкрейтовой связи;
- модуль обмена по СОД.

Система интерфейса ППЭВМ-VME предназначена для обеспечения информационного обмена ППЭВМ IBM PC/AT с крейтом по интерфейсу, аналогичному MХIbus [10,11,13].

Система интерфейса состоит из модуля Интерфейс

АТ, установленного в крейте модуля Интерфейс VME и соединительного ленточного кабеля VME-PC.

Технические данные:

- выполнение функций системного модуля VMEbus (арбитр магистрали, системный генератор);
- разрядность передаваемых данных, бит – 8/16;
- количество управляемых разрядов адреса VME – 24;
- поддержка основных циклов магистрали данных VME:
- чтение/запись;
- чтение/модификация/запись;
- подтверждение прерывания;
- запрос прерывания;
- скорость обмена в режиме ПДП, Мбайт/сек – до 2;
- максимальное расстояние между ППЭВМ и крейтом при использовании ленточного кабеля – до 2,5 м;
- аппаратное обнаружение и коррекция до 3-х подряд сбоев при обмене информацией между ППЭВМ и крейтом;
- ток потребления:

– модуль Интерфейс VME	– 2А (+5В);
– модуль Интерфейс АТ	– 0,5 (+5В).

Модуль процессора VME/PC – IBM PC-совместимый процессор для VMEbus. Является ответственной составной частью ядра АСФК. Важнейшей его функцией является организация выполнения процесса испытаний в реальном масштабе времени, включая координацию работы функциональных модулей. Кроме того, модуль процессора организует процесс самотестирования “MASTER”-крейта и связанных с ним “SLAVE”-крейтов и обмен с управляющей IBM АТ.

В качестве центрального процессора используется 16-разрядный микропроцессор типа I8086. Возможна установка сопроцессора I8087.

Локальные ресурсы модуля содержат:

- четыре пары двадцативосьмиконтактных линеек гнезд для установки микросхем памяти разных типов (в данном изделии установлено ППЗУ 4 Кб со специализированным микро-BIOS);
- программный таймер-счетчик;
- устройство приоритетного обслуживания локальных прерываний.

Имеется исполнение модуля с портом стыка RS-232, разъем которого установлен на лицевой панели.

Ток, потребляемый от источника питания, не превышает 3,0 А по цепи (5 +0,25 -0,125) В;

Конструктивно модуль выполнен на шестислойной печатной плате размера В [8], на которой устанавливаются радиоэлементы.

Габаритные размеры модуля – не более

20x188x262мм (с учетом лицевой панели и разъемов).

Масса — не более (860 ± 30) г.

Модуль ОЗУ RAM-512k (256K 16-разрядных слов/0,5 Мб) предназначен для временного хранения программ и данных при работе в составе микропроцессорных систем, работающих по магистрали VXIbus в составе "MASTER"-крейта [8].

Технические данные:

- емкость памяти 256K 16-разрядных слов (0,5 Мб);
- время выборки не более 500 нс (при совпадении обращения к памяти с циклом регенерации время выборки не более 750 нс);
- режим регенерации — автономный;
- ток потребления от источника питания $(5 \pm 0,25)$ В — не более 2,0 А.

Конструктивно модуль выполнен на четырехслойной печатной плате размера В [8], на которой устанавливаются радиоэлементы.

Габаритные размеры модуля — не более 20x188x262 мм.

Модуль МКС предназначен для расширения магистрали VXIbus из одного SLAVE-крейта в другой и подключения к MASTER-крейту по магистрали, аналогичной MXIbus. Магистраль VXIbus расширяется без цепей арбитража для подключения только модулей "SLAVE" A16/D16. При последовательном расширении магистрали VXIbus максимальное количество подключаемых крейтов не более 16.

Модуль МКС может выполнять функции слота 0 для магистрали VXIbus крейта "SLAVE" (типа A16/D16, без учета сигналов ЭСЛ-схем).

МКС поддерживает автоматическую реконфигурацию всех крейтов "SLAVE" субкомплекса процессором "MASTER"-крейта.

Соединение крейтов с помощью МКС осуществляется последовательно, для чего предусмотрены два разъема на лицевой панели — входной и выходной.

Габаритные размеры модуля — не более 20x368x262 мм.

Конструктивно модуль выполнен на двухслойной печатной плате размера С [8], на которой устанавливаются радиоэлементы.

Модуль обмена по СОД предназначен для установки в составе "MASTER"-крейта, являющегося центральным управляющим звеном любого субкомплекса АСФК на базе "MASTER"-крейта.

Модуль предназначен для организации канала связи с фазоманипулированным кодированием информации при скорости передачи 1 Мбит/с в соответствии с требованиями на магистраль ГОСТ

26765.52-87 (интерфейс типа "Манчестер-2") с возможностью ее дублирования.

Кроме того, модуль обеспечивает:

- 1) динамическое конфигурирование системы по сигналу SYSRESET, для чего имеет встроенный процессор, ПЗУ 2 кб и ОЗУ 128/256 кб;
- 2) функции слота 0 "MASTER"-крейта;
- 3) загрузку режимов работы крейта от управляющей ППЭВМ, обмен различными видами информации в процессе проведения испытаний, "подкачку" ПО процессора модуля.

Конструктивно модуль выполнен на двухслойных печатных платах размера С [8], на которых устанавливаются радиоэлементы.

Габаритные размеры модуля — не более 30x368x262 мм.

Функциональные модули устройств сопряжения с ОК. В составе функциональных модулей УСО можно выделить следующие группы модулей:

- формирователи команд и управляющих сигналов;
- модуль ввода сигнальных параметров;
- модуль АЦП — компаратор;
- коммутаторы и мультиплексоры;
- имитаторы аналоговых датчиков ОК;
- модуль ИС.

В состав модулей формирователей команд и управляющих сигналов входят:

- электронные ключи с временным управлением;
- формирователь релейных команд;
- модуль "Интерфейс СУ".

Электронные ключи (ЭК) предназначены для формирования однополярных импульсов напряжений и токов под управлением внутренних аппаратных генераторов импульсов или от внешних сигналов синхронизации, подключаемых через разъем на лицевой панели модуля. Ключи гальванически развязаны между собой.

Технические данные ключей:

- 1) количество ключей на одном модуле 4
- 2) максимально коммутируемые величины:
 - напряжение 100 В
 - ток 0,5 А
- 3) сопротивление замкнутого ключа не более 1 Ом
- 4) ток утечки разомкнутого ключа не более 10 мкА
- 5) сопротивление изоляции между каналами не менее 2 МОм

Параметры внутреннего генератора управления ключами:

- 1) Режимы работы генератора:

- ждущий одновибратор;
- генератор меандра;
- генератор импульсов;
- генератор пачки импульсов.

2) Диапазон установки

периода следования от 2 мкс до 100 с
длительности импульсов от 1 мкс до 100 с
(программно — не ограничен).

3) Шаг установки периода — $(500 \pm 0,2)$ нс.

4) Максимальное количество импульсов в пачке — до 64000.

При программно-аппаратной реализации интерфейса период следования импульсов — от 2 мс и выше.

Конструктивно модуль ЭК выполнен на двух-слойной печатной плате размера С.

Габаритные размеры модуля — не более 30x368x262 мм.

Модуль ФРК — формирователь релейных команд (ФРК) предназначен для коммутации до 56 цепей на шины с положительным или отрицательным потенциалом (подаются через разъем на лицевой панели модуля). Коммутация осуществляется электронными ключами, управляемыми программно. Предусмотрена единая групповая защита ключей от перегрузок по току. Выдача команд осуществляется через разъем на лицевой панели.

Технические данные:

- максимальный коммутируемый ток до 2 А
- максимальное коммутируемое напряжение 80 В
- падение напряжения на замкнутом ключе не более 0,6 В (среднее — 0,3...0,4 В)
- ток утечки разомкнутого ключа не более 50 мкА
- минимальная длительность формируемого импульса 10 мс
- максимальная не ограничена.

Обеспечена гальваническая развязка от цепей управления.

Конструктивно модуль выполнен на двухслойных печатных платах размера С [8], на которых устанавливаются радиоэлементы.

Габаритные размеры модуля — не более 30(20)x368x262 мм (варианты исполнения для установки в MASTER- или SLAVE-крейт).

Модуль “Интерфейс СУ” предназначен для выработки и приема сигналов управления типа “провод-команда” при работе в составе микро-процессорных систем, выполненных на основе стандарта VMEbus.

Технические данные:

- количество входов модуля 24
- количество выходов модуля 40

- тип входов/выходов ОЭ, ОК, потенциальный
- напряжение $\pm 24-30$ В
- ток нагрузки до 80 мА
- ток потребления

от источника питания $(5 \pm 0,25)$ В не более 1,0 А
от источника $(27 \pm 1,35)$ В не более 0,2 А
- габаритные размеры модуля — не более 30x368x262 мм.

Структурно модуль представляет собой набор регистров для хранения значений входных (от ОК) и выходных (на ОК) переменных (сигналов) и преобразователей уровней из ТТЛ в соответствующий интерфейсу с ОК (открытый коллектор/открытый эмиттер/потенциальный) и обратно.

Имеет режим аппаратного отслеживания изменений входных сигналов с выдачей прерывания.

Конструктивно модуль выполнен на двух-слойной печатной плате размера С [8], на которой устанавливаются радиоэлементы.

Модуль ввода сигнальных параметров (МВСП) предназначен для ввода и регистрации сигнальной логической информации по 56 каналам. Ввод входной информации осуществляется через разъем на лицевой панели модуля.

Технические данные:

- диапазон входных напряжений от -80 В до +80 В
- погрешность установки пороговых уровней не более 1 В
- входное сопротивление 100 кОм
- минимальная длительность фиксируемого импульса 0,04 мс.

Модуль представляет собой электронный мультиплексор, который связывает со своими входами две группы по 28 входов с помощью электронных мультиплексоров с буферным выходным усилителем (БВУ) и тем самым предназначен для передачи только потенциала с входа на выход.

Ввод входной информации осуществляется через разъем на лицевой панели модуля.

Конструктивно модуль МВСП выполнен на двухслойной печатной плате размера С.

Габаритные размеры модуля — не более 30x368x262 мм.

4-х каналный аналогово-цифровой преобразователь/компаратор (АЦПК) предназначен для работы в составе измерительных систем на базе “MASTER”-крейта.

Технические данные АЦПК:

- диапазоны входных напряжений $\pm 0,1$ В, ± 1 В, ± 10 В, ± 100 В
- погрешность линейности преобразования напряжения:

для диапазона 10В	$\pm 0,05\%$
для остальных диапазонов	$\pm 0,1\%$
— дискретность преобразования	10 двоичных разрядов и 1 знаковый
— входное сопротивление	не менее 1 МОм
— время преобразования	не более 800 мс
— задержка сигнала компарирования	не более 10 мкс
— допустимое рабочее входное напряжение каналов	не более 100 В

Конструктивно модуль АЦПК выполнен на двух двухслойных печатных платах размера С, на которых устанавливаются радиоэлементы.

Габаритные размеры модуля — не более 30x368x262 мм.

В состав модулей коммутаторов и мультиплексоров входят:

- матричный мультиплексор;
- высоковольтный коммутатор;
- квазирелейный матричный мультиплексор.

Матричный мультиплексор (ММС) предназначен для подключения измерительных и стимулирующих модулей и измерительных приборов к аналоговым шинам (внешним — через разъем на лицевой панели, внутренним — LBUS — через разъем P2).

Матричный мультиплексор обеспечивает:

- гальваническую развязку всех входов друг от друга и от корпуса:
- напряжение изоляции 200 В
- сопротивление изоляции более 20 МОм
- скорость опроса до 1 кГц
- сопротивление замкнутой цепи не более 0,05 Ом
- сопротивление разомкнутой цепи не менее 20 МОм
- максимальный коммутируемый ток при напряжении не более 80 В до 0,05 А
- передачу сигнала как от входа к выходу, так и обратно.

Конструктивно модуль выполнен на двухслойной печатной плате размера С [8], на которой устанавливаются радиоэлементы.

Габаритные размеры модуля — не более 20(30)x368x262 мм (2 варианта исполнения — для крейтов "SLAVE" и "MASTER" соответственно).

Высоковольтный коммутатор (ВВК) предназначен для подключения измерительных и стимулирующих цепей модуля ИС к тестируемым точкам ОК (объекта контроля).

Высоковольтный коммутатор обеспечивает:

- гальваническую развязку всех входов друг от друга и от корпуса:
- напряжение изоляции 500 В
- скорость опроса до 0,1 кГц

- максимальный коммутируемый ток при напряжении не более 480 В до 10 мА
- передачу сигнала как от входа к измерителю ИС, так и от источника эталонного сигнала к выходу (на ОК).

Конструктивно модуль ВВК выполнен на двухслойной печатной плате размера С.

Габаритные размеры модуля — не более 20x368x262 мм.

Квазирелейный матричный мультиплексор (КММ) имеет 56 входов и 4 выхода и состоит из матричного релейного коммутатора и двух электронных мультиплексоров.

Ввод входной информации осуществляется через разъем на лицевой панели.

Технические данные релейного коммутатора:

- максимальный ток через коммутационный узел 1 А
- напряжение до 80 В
- сопротивление замкнутой цепи не более 0,02 Ом
- время переключения не более 0,5 мс.

Технические данные электронных мультиплексоров:

- максимальный размах напряжения, передаваемого через электронный мультиплексор:
- при коэффициенте передачи 1,0 $\pm 10В$
- при коэффициенте передачи 0,1 $\pm 100В$
- входное сопротивление:
- при $U_{вх}$ не более $\pm 100В$ не менее 100 кОм
- при $U_{вх}$ не более $\pm 10В$ не менее 5 МОм
- погрешность коэффициента передачи
- при значении 1,0 0,01%
- при значении 0,1 1%
- время переключения не более 20 мкс.

Конструктивно модуль КММ выполнен на двухслойной печатной плате размера С.

Габаритные размеры модуля — не более 20x368x262 мм.

Имитаторы аналоговых датчиков ОК. В состав модулей имитаторов аналоговых датчиков ОК входят:

- 4-х каналный цифро-аналоговый преобразователь;
- 4-х канальное программируемое сопротивление.

4-х каналный цифро-аналоговый преобразователь (ЦАП) предназначен для работы в составе измерительных систем на базе "MASTER"-крейта.

ЦАП имеет четыре канала, работающие как источники напряжения или тока (режимы независимы), гальванически развязанных друг от друга и от корпуса.

Технические данные каналов модуля:

- выходное напряжение $\pm 20 В$
- выходной ток $\pm 24 мА$
- погрешность установки:

напряжения	$\pm 0,1\%$
тока	$\pm 0,1\%$
— дискретность преобразования	11 двоичных разрядов
— время установления выходного сигнала	не более 1 мс
— допустимое рабочее напряжение изоляции каналов	до 100В.

Конструктивно модуль ЦАП выполнен на двухслойной печатной плате размера С.
Габаритные размеры модуля — не более 30x368x262 мм.

4-х канальное программируемое сопротивление (РП) предназначено для использования в измерительных мостах при моделировании резисторных датчиков ОК. Каждый канал РП изолирован друг от друга и имеет разъем на лицевой панели для подключения внешней четырехпроводной цепи.

Технические данные:

— диапазон задаваемых сопротивлений:	от 20 до 200 Ом и от 0,2 до 20 кОм
— погрешность установки сопротивления от устанавливаемого значения	0,05%
— максимальный ток, пропускаемый через сопротивление	30 мА
— количество каналов на одном модуле	2
— максимальная рассеиваемая мощность	0,15Вт.

Конструктивно модуль РП выполнен на двухслойной печатной плате размера С.
Габаритные размеры модуля — не более 30x368x262 мм.

Модуль ИС предназначен для измерения сопротивлений 0.1...50 МОм с точностью не хуже 1% (сопротивление изоляции) и проверки монтажа на пробой (при напряжении до 400В). Является базовым модулем АСКИМ и используется совместно с модулями ВВК (высоковольтный коммутатор).

Имеет 2 режима измерений (омметр и мегометр) и режим измерения прочности изоляции.

В режиме омметра имеет 4 поддиапазона: 0,5-100, 100-1000 Ом, 1-10, 10-100 кОм. Обеспечивает точность не хуже 0,5% в верхних 2/3 каждого диапазона, и 1% — во всем диапазоне. Измерение осуществляется по четырехпроводной схеме с использованием встроенного источника тока при напряжении не более 6 В.

В режиме мегометра имеет диапазон измерения 0,1-100МОм с точностью не хуже 1% во всем диапазоне. Измерение осуществляется при напряжении 15-400В при рассеиваемой измеряемым сопротивлением мощности не более 1Вт. При этом реализован режим автоматической компенсации токов утечки в цепях коммутации.

В режиме измерения прочности изоляции обеспечивает плавную подачу высокого напряжения. Верхний предел напряжения (400В) реализован исходя из требований заказчика и выбранной элементной базы коммутаторов. При необходимости модуль может быть доработан для использования испытательного напряжения до 1000В.

В составе модуля имеются узлы, обеспечивающие контроль его состояния в процессе функционирования.

Конструктивно модуль выполнен на двухслойной печатной плате размера С [8], на которой устанавливаются радиоэлементы.

Габаритные размеры модуля — не более 30(40)x368x262 мм.

Модули обмена с ОК по высоко-информативным каналам. В состав модулей обмена с ОК по высоко-информативным каналам входят:

- модуль “Интерфейс ОПС”;
- модуль “Интерфейс УНС”;
- модуль “Интерфейс ИРПС”;
- модуль “Интерфейс КОП”.

Модуль “Интерфейс ОПС” предназначен для организации обмена по магистрали ГОСТ 26765.52-87 (MIL-STD-1553). Обеспечивает работу до 4 магистралей одновременно.

Технические данные:

— количество независимых каналов	4
— скорость обмена	1Мбит/с
— длина одиночного цикла обмена	64 16-р.слова
— ток потребления от источника +5V	не более 2А
— габаритные размеры	362x262x30 мм.

Конструктивно модуль выполнен на двух двухслойных печатных платах размера С [8], на которых устанавливаются радиоэлементы.

Модуль “Интерфейс универсальный низкоскоростной” (далее — Интерфейс УНС) — базовый модуль для построения АСФК комплексов цифровой связи. Предназначен для имитационно-физического моделирования интерфейсов низкоскоростных последовательных каналов приема/передачи данных и соответствующих служебных сигналов.

Имеет встроенный групповой контроллер, управляющий в реальном масштабе времени (с дискретностью до 50 мкс) алгоритмами обмена по каждому каналу независимо или по заданному алгоритму межканальной синхронизации. Позволяет также использовать 8 входных и 8 выходных дискретных сигналов обмена с произвольным распределением по информационным каналам. Имеется также возможность синхронизации работы с другими модулями по сигналам TTLTRG* [8].

Максимальная длина одиночного сообщения — 512 Кбит или 64К символов (5...8 бит). Для хранения/записи информации использует внешнее ОЗУ типа A24/D16 [8].

Технические данные

- количество линий служебных сигналов:
 - входных до 8
 - выходных до 8
 - уровни сигналов до $\pm 25В$
 - дискретность изменения уровней до $\pm 0,25В$
 - количество уровней служебных сигналов 2
(лог."0"/лог."1")
 - количество уровней сигналов линий приема-передачи данных 2
(лог."0"/лог."1")
 - количество линий приема-передачи данных 4
 - максимальная скорость приема-передачи данных до 19,2 Кбит/с
 - минимальная скорость приема/передачи:
 - синхронные линии 35 бит/с
 - асинхронные линии 0.5 Бод
 - установка скорости независимая для каждого из 8 каналов
 - закрепление линий служебных сигналов за линиями приема-передачи данных программируемое
 - дискретность задания временных интервалов 10 мкс или 10 мс
 - внутрисистемная (межмодульная) магистраль VXiBus
 - количество линий межмодульной синхронизации TTLTRG 4
 - габаритные размеры модуля не более 30x368x262 мм
 - потребляемый ток:
 - от источника "+5V" до 5А
 - от источников "+27V" / "-27V" до 1А
- Конструктивно модуль выполнен на шести-слойных печатных платах размера С [8], на которых устанавливаются радиоэлементы.

Модуль "Интерфейс ИРПС" предназначен для передачи информации между устройствами с радиальной последовательной связью и обеспечивает единые способы обмена информацией для различных устройств ввода-вывода по интерфейсу ИРПС с гальванической развязкой. Модуль обеспечивает асинхронные прием-передачу информации постоянным током (токовая петля) по четырехпроводной дуплексной линии связи.

Технические данные:

- ток
 - лог."1" 15...25мА
 - лог."0" не более 3мА

- количество каналов приема/передачи 16
 - скорость передачи/приема до 20 кБод (без учета параметров кабеля)
 - ток потребления от источника питания ($5 \pm 0,25$)В не более 1.5 А
 - габаритные размеры модуля не более 362 x 262 x 30 мм
- Конструктивно аналогичен модулю "Интерфейс ОПС".

Модуль Интерфейс КОП предназначен для подключения крейта к многопроводному магистральному каналу общего пользования (КОП) и обеспечения совместной работы крейта с другими приборами и устройствами, подключенными к указанному каналу.

Технические данные:

- обеспечивает выполнение следующих интерфейсных функций КОП: C1-C5, T5, L3, SH1, AH1, SR1, PP1-PP2, RL1, DC1, DT1 (ГОСТ 26.003-80).
 - обеспечивает по всем линиям КОП передачу логических сигналов с параметрами:
 - низкому уровню соответствует напряжение не более 0,4В при втекающем токе не менее 48мА;
 - высокому уровню соответствует выходное напряжение не менее 2,4В при вытекающем токе не более 5,2мА.
 - габаритные размеры 362 x 262 x 30 мм.
- Конструктивно аналогичен модулю "Интерфейс СУ".

Специализированные модули должны обеспечивать обмен по узкоспециализированным интерфейсам, реализация которых невозможна или нецелесообразна на базе вышеперечисленных аппаратных средств.

Специализированные модули разрабатываются по отдельным ТЗ заказчика соответствующей АСФК.

В настоящее время разработаны также модули "Интерфейс Л", "Интерфейс С", "Интерфейс Ш" для НПО "Автоматика" и модули "Интерфейс МОК", "Интерфейс БП" и управления питанием ОК для НПО ПМ.

Модуль "Интерфейс Л" предназначен для работы в качестве имитатора от 1 до 16 абонентов т.н. линии коллективного пользования (ЛКП).

Технические данные:

- режим контроллер/оконечное устройство
 - скорость обмена 250кГц
 - количество абонентов до 16
 - длина сообщения до 64байт
 - ток потребления от источника +5V не более 1А
 - габаритные размеры 362x262x30 мм.
- Конструктивно аналогичен модулю "Интерфейс СУ".

Литература

1. *П.С. Давыдов*. Техническая диагностика радиоэлектронных устройств и систем. - М., Радио и связь, 1988.

2. *John Hyde*. Multibus II: designed for bridge to Futurebus+ -Computer Design, Febr. 1, 1990, p. 81.

3. *Warren Andrews*. Futurebus+ now: profiles defined, support expanded - Computer Design, Apr. 1, 1990, pp. 22,23.

4. *John Novellino*. The VXIbus comes of age with specs and products. - Electronic Design, 1988, No.24, pp. 36-46.

5. *Bob McCullough*. VXIbus moves from promise to performance - Electronics test, Jan. 1989, pp.60-64.

6. Currently available in VXIbus (CDS is VXI) - Test & Measurement World, Oct. 1989, p. 119.

7. HP75000. Family of VXI Products - Hewlett-Packard Company, November, 1990.

8. VXI bus Specification. Revision 1.3. July 1989.
9.VME - системы. - СО АН СССР, ИАиЭ, Новосибирск, 1988.

10. *B.J.Thompson*. How MXIbus will expand VXIbus through high-speed communications - Test & Measurement World, Aug. 1989, pp.26,27.

11. *J.D.Mosley*. VXI bus enhancement accommodates physical instruments and multiple mainframes - Electronic Design News, April 13, 1989, pp. 119,120.

12. VME/VXI/Futurebus+ Compatible Products Directory - VFEA International Trade Association - Second edition 1992.

13. IEEE 488 and VXIbus Control, Data Acquisition and Analysis - National Instruments, 1994.

14. HP75000. Family of VXI Products and Services Catalog - Hewlett-Packard Company, 1994.

15. HP75000. Family of VXI Products and Services - Hewlett-Packard Company, 1995 Catalog.

EXPERIENCE IN THE DESIGN OF AN AUTOMATED CONTROL SYSTEM BASED ON THE VME AND VXI BUS STANDARDS**A.S. Vakulik**

The paper describes the architecture and hardware of modular checkout and diagnostics systems based on the VME and VXI bus standards.