

И-379

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

10 - 8990

Нгуен Фук

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ С ЭВМ
И ПЕРЕСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ В СТАНДАРТЕ КАМАК

Специальность 05.13.06 - автоматизированные системы
переработки информации и управления

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Дубна 1975

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий
Объединенного института ядерных исследований.

Научный руководитель
кандидат технических наук
старший научный сотрудник

И.Ф.Колпаков,

Официальные оппоненты:
кандидат технических наук
доктор технических наук

Л.П.Челноков,
Ю.А.Каржавин.

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Ле-
нинградский институт ядерной физики.

Автореферат разослан " " 1975 г.
Защита диссертации состоится " " 1975 г.
в _____ час. на заседании Ученого совета Лаборатории
высоких энергий Объединенного института ядерных ис-
следований г. Дубна, Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиоте-
ке ЛВЭ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник

М.Ф.Лихачев

10 - 8990

Нгуен Фук

УНИВЕРСАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА СОПРЯЖЕНИЯ С ЭВМ
И ПЕРЕСЧЕТНЫЕ МОДУЛИ В СТАНДАРТЕ КАМАК

Специальность 05.13.06 - автоматизированные системы
переработки информации и управления

Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук

(Диссертация написана на русском языке)

Объединенный институт
передовых исследований
БИБЛИОТЕКА

Современные ускорители частиц характеризуются многими параметрами. Характерной особенностью экспериментов физики высоких энергий является необходимость накапливать большое количество данных в процессе измерения.

Обычно для этих целей используются ЭВМ третьего поколения, которые имеют большую скорость работы, большую надежность, небольшие габариты и стоимость^{/1-3/}. Важной особенностью таких ЭВМ является возможность подключения к ним внешних объектов, т.е. наличие большого числа уровней прерывания по внешним приоритетам^{/2/}. С развитием ЭВМ третьего поколения связано также появление системы стандартного сопряжения внешних устройств^{/4/}. В зависимости от конфигурации экспериментов число периферийных устройств может быть различным. Для расширения возможностей канала обмена ЭВМ используется стандартная система сопряжения КАМАК^{/5/}. Система КАМАК служит стандартом на устройства сопряжения и обмена информацией между измерительными приборами и цифровым контроллером. Цифровой контроллер может быть интерфейсом ЭВМ.

Модули в системе КАМАК подразделяются на две группы: модули пользователя или функциональные блоки - счетчики, АЦП, блоки памяти, интерфейс дисплея, интерфейс перфоратора и т.д. и модули управления - интерфейсы ЭВМ или автономные процессоры - контроллеры крейта, драйверы ветви^{/6,7/}. В связи с прогрессом микроэлектроники качество и разнообразие модулей группы пользователя постоянно улучшается и увеличивается число их типов в зависимости от требований экспериментов.

В диссертации изложены результаты работ, являющихся частью общей программы по разработке модулей процессорной периферии в системе КАМАК^{/7/} для задач Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Приведены результаты разработки блоков первой группы - счетчиков типов 1СЧ-413, 2СЧ-414, 2СЧ-415, 4СЧ-416, 1РСЧ-422 и блоков второй группы - модулей системного крейта БКД-871, БОВ-872, ИР 10-873, БПР-874, БРП-875 и ТРА/i-876, согласователей СОВ-831 и СИВ-832.

Диссертация состоит из четырех глав.

В первой главе рассматриваются принципы работы счетчиков и создания триггеров с быстродействием 100-150 МГц, отражена тенденция развития модулей счетчиков в системе КАМАК. По принципу действия применяемые в физических исследованиях счетчики можно разделить на синхронные, асинхронные, реверсивные и кольцевые^{/8,9,10/}. Преимущество каждого из типов счетчиков выявляется в конкретном его применении.

Модули счетчиков в стандарте КАМАК предназначены, как правило, для работы на линии с ЭВМ, поэтому они выполняются двоичными и двоично-десятичными, без индикации и с индикацией. На рис. 1 приведена типичная структурная схема модуля счетчика в системе КАМАК. Схема состоит из нескольких узлов: входная цепочка, счетчики - счетные регистры; регистр управления и дешифратор команд КАМАК. На входе счетчика - первые триггеры счетных регистров - применяется микросхема типа ЭСЛ со скоростью счета 100-250 МГц. На рис. 2 приведен счетный триггер на частоту счета 100-150 МГц, состоящий из двух Д-триггеров 1ТР-382. Максимальное число счетных регистров - 16^{/5/}. В первой главе также рассматриваются характеристики модулей счетчиков, разработанные фирмами SEN, Schlumberger, EG&G, Nuclear - Enterprises и в ЦЕРНе^{/11-17/}.

Во второй главе приведены результаты разработки набора модулей счетчиков в системе КАМАК.

Модули счетчиков типа 1СЧ-413 и 2СЧ-414 построены по схеме с последовательным переносом на монолитных ИС. Функции и субадреса дешифрируются полностью.

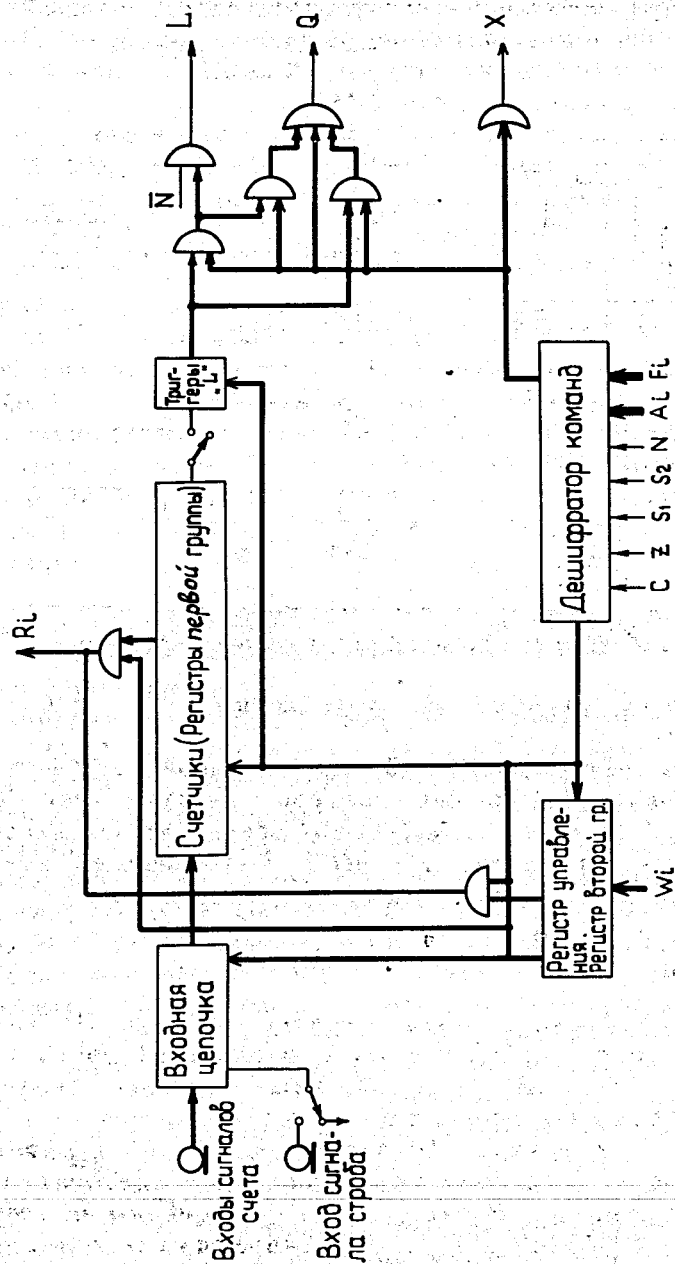


Рис. 1. Типичная структурная схема модуля счетчика в системе КАМАК.

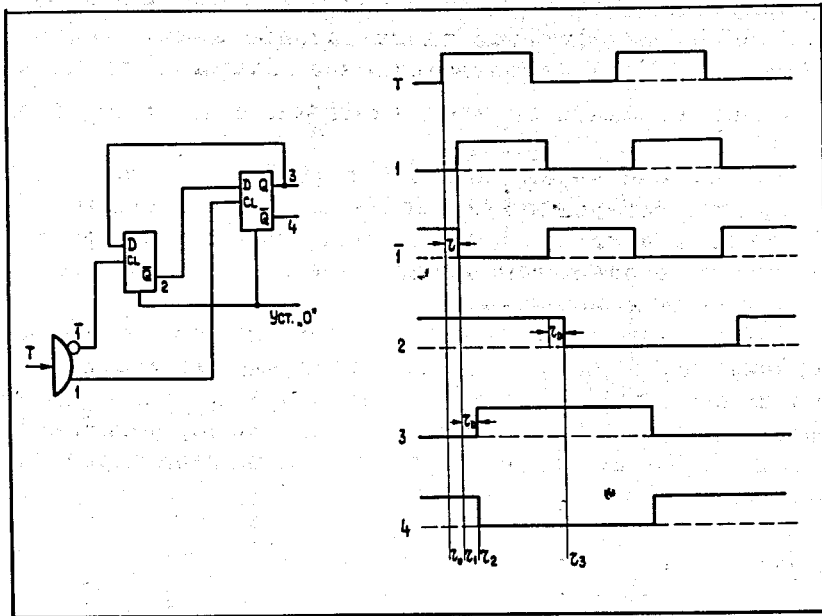


Рис. 2. Схема быстрого триггера.

Используются сигналы на всех шинах F1 ÷ F16 и A1 ÷ A8 /18/.

Модуль счетчика 1СЧ-413 содержит двоичный счетчик на 24 разряда. Два первых триггера - счетные триггеры типа ЭСЛ / Motorola MC-1013/ обеспечивают максимальную частоту счета 70 МГц. Разрешающее время последующего триггера n определяется выражением

$$\tau_n = 2^{n-1} \tau_1, \quad /1/$$

где τ_1 - разрешающее время первого триггера. Поэтому остальные триггеры могут быть выполнены на микросхемах типа ТТЛ /МН 7472/. Входные сигналы - уровни NIM /2/. Их минимальная длительность составляет 6 нс.

Модуль счетчика 2СЧ-414 содержит два двоичных счетчика по 16 разрядов с возможностью последовательного их соединения. Регистры счета выполнены на триггерах типа ТТЛ /МН 7472/, обеспечивающих максимальную скорость счета 25 МГц.

Модули счетчиков типов 1СЧ-413 и 2СЧ-414 представляют собой модификацию ранее разработанных модулей 1СЧ-411 и 2СЧ-412, соответственно. Схема ограничения позволяет подавать на вход импульсы с амплитудой до 10 В.

Модули счетчиков 2СЧ-415 и 4СЧ-416 /19/ являются усовершенствованными разработками с большим числом счетчиков в каждом модуле по сравнению с ранее разработанными блоками благодаря применению микросхем средней степени интеграции.

Модуль счетчика 2СЧ-415 содержит два двоичных счетчика по 24 разряда с возможностью последовательного их соединения. Два первых триггера счетчиков построены на ИС /1ТР-382/ по схеме, показанной на рис. 2. Время разрешения одного триггера определяется выражением

$$T = 2\tau, \quad /2/$$

где τ - время задержки Д-триггера $\sim 3-5$ нс, поэтому максимальная частота счета в модуле 2СЧ-415: $f = \frac{1}{2\tau}$ и составляет 150 МГц.

Модуль 4СЧ-416 содержит 4 двоичных счетчика по 16 разрядов. Счетчики построены на микросхемах типа ТТЛ средней степени интеграции / Tesla МН-7493/, обеспечивающих частоту счета до 16 МГц.

Модуль реверсивного двоично-десятичного счетчика 1 РСЧ-422 /20/ содержит 4 декады, построенных на триггерах типа МН 7472 по принципу синхронного счетчика. На рис. 3 приведена схема одной декады.

Разработанные модули счетчиков используются в установках физических экспериментов Лаборатории, где был организован их мелкосерийный выпуск.

В третьей главе рассмотрены организация каналов обмена /КО/ малых ЭВМ и системы интерфейсов ЭВМ в стандарте КАМАК. Важной особенностью всех малых ЭВМ третьего поколения является возможность подключения многих внешних объектов или наличие большого числа уровней прерывания /от 48 до 256/ по внешним приоритетам. Время реакции на прерывание составляет

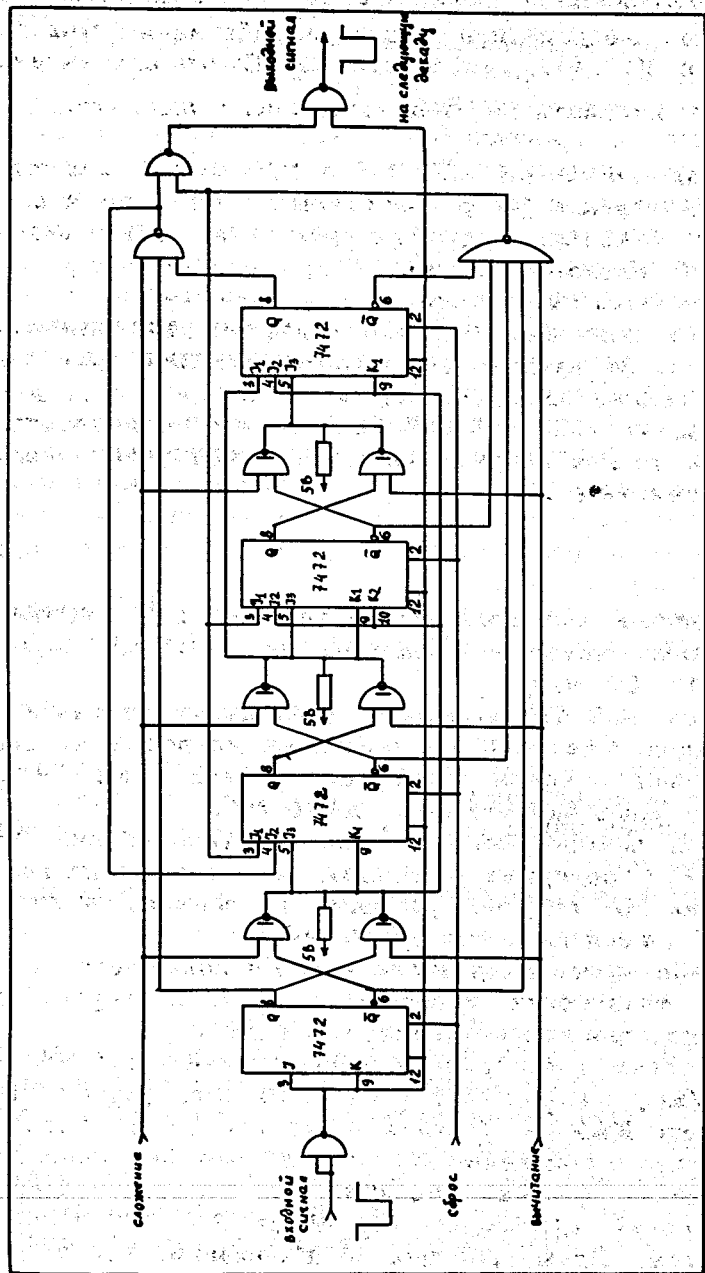


Рис. 3. Схема реверсивной декады.

обычно от 2 до 6 мкс^{2,3/}. Рассмотрены оба типа каналов обмена: программный или мультиплексорный и селекторный или канал прямого доступа /КПД/ для различных типов используемых ЭВМ.

Типичный программный канал имеет шины для передачи управляющих сигналов, шины для адресации внешних устройств и шины для передачи информации. Канал прямого доступа, кроме того, имеет еще шины для адресации оперативной памяти /21-23/.

В этой главе также рассматриваются контроллеры крейта и драйверы ветви, выпускаемые различными фирмами и исследовательскими институтами для малых ЭВМ /25-29/.

Для передачи информации из памяти ЭВМ в модули крейта и обратно необходимо предварительно подготовить в контроллере крейта или в драйвере ветви команду КАМАК и данные. Подготовленная информация содержит 38 двоичных разрядов для контроллера крейта и 48 - для драйвера ветви.

В режиме прерывания программы время обмена информацией между ЭВМ и модулями определяется выражением

$$\tau = N \tau_{\text{ЭВМ}} + T_{\text{пр}} + \tau_{\text{КАМАК}} \quad /3/$$

где N - число циклов подготовки, $\tau_{\text{ЭВМ}}$ - время цикла ЭВМ, $\tau_{\text{КАМАК}}$ - время цикла КАМАК и $T_{\text{пр}}$ - время обработки прерывания.

Если обмен информацией идет в программном режиме, то

$$\tau = N \tau_{\text{ЭВМ}} + \tau_{\text{КАМАК}} \quad /4/$$

Например, в контроллере крейта типа КТ-615 для ЭВМ ТРА/i-1001 передача двух 12-разрядных слов из памяти ЭВМ в модуль и обратно требует 6 циклов ЭВМ, и время передачи составит 10 мкс.

Контроллеры или драйверы КПД позволяют увеличить скорость обмена данными за счет использования канала прямого доступа в память ЭВМ. Их скорость С блочного обмена определяется выражением

$$C \approx \frac{1}{r_0}, \quad /5/$$

где r_0 - максимальная величина двух величин r_3 /время цикла ЭВМ/ и r_K /время цикла КАМАК/.

Для систем, в которых количество крейтов, включенных на линию с ЭВМ, превышает число 7, возникает вопрос об организации системы мультиветви /14,29/.

В четвертой главе диссертации приведены результаты разработки системного крейта, предназначенного для сопряжения систем, содержащих одну или более ветвей, с одной или несколькими ЭВМ /30/.

Системный крейт состоит из модуля управления драйвера, модуля организации ветви, модуля задания приоритета, модуля источника команд, который может быть интерфейсом ЭВМ или автономным процессором. Эти модули объединяются в крейт управления /см. рис. 4/, который является обычным крейтом КАМАК с изменениями назначения шин магистрали. Такое решение позволило избежать создания дополнительной магистрали на разъёмных соединениях, что значительно увеличивает надёжность работы системного крейта. Возможность создания систем на основе системного крейта определяется следующими соотношениями. Если обозначить B - число ветвей, S - число источников команд, то

$$2B + kS = 22, \quad /6/$$

где k - ширина модуля интерфейса с ЭВМ. Поэтому система, имеющая один источник команд /одна ЭВМ/, может содержать до десяти ветвей, а систему, имеющую одну ветвь, можно включить на линию с числом ЭВМ, определяемым выражением

$$S = \frac{22 - 2B}{k} = \frac{20}{k}. \quad /7/$$

Если ширина интерфейса ЭВМ - одинарная, то системным драйвером могут управлять до 20 ЭВМ. Таким образом, системный крейт может использоваться для создания сетей ЭВМ.

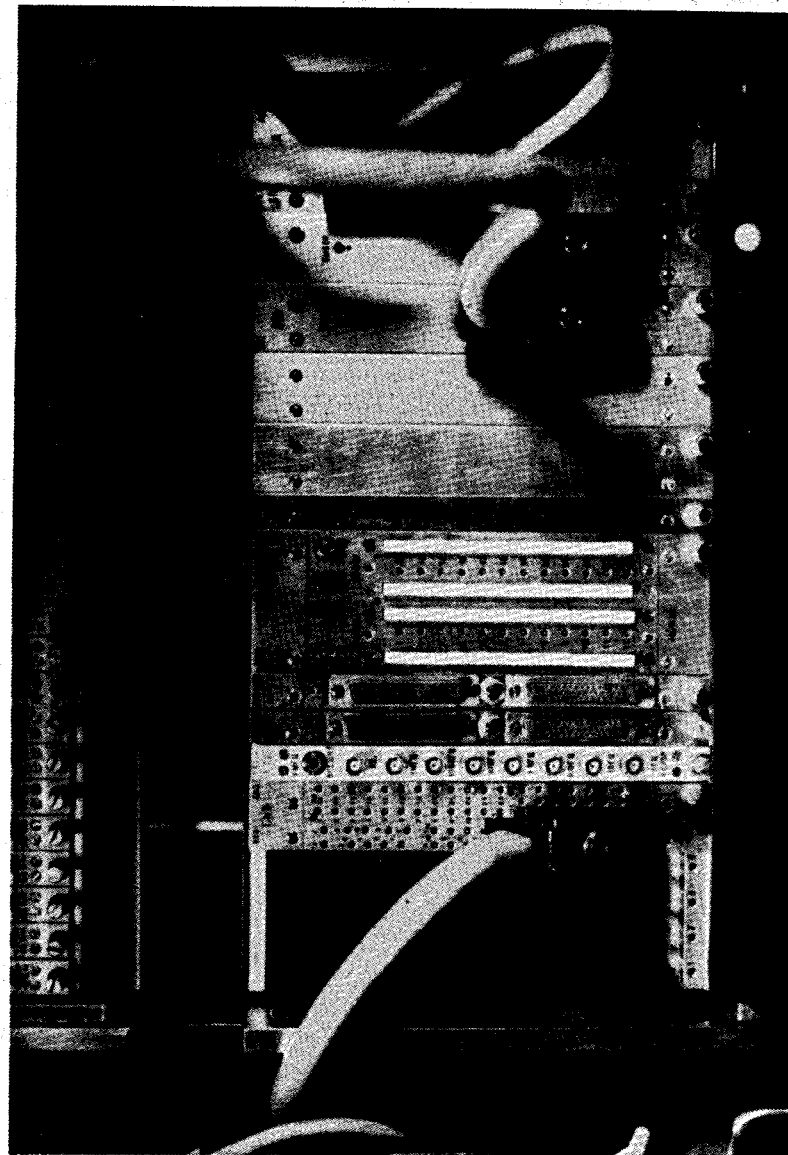


Рис. 4. Общий вид системного крейта.

Рассмотрим отдельные узлы системного крейта /см. рис. 5/. Модуль управления драйвера типа БКД-871/31/ играет роль контроллера в крейте управления. Он управляет процессом обмена информацией между интерфейсом ЭВМ и блоком организации ветви. С помощью этого модуля выбранная ЭВМ управляет работой системы.

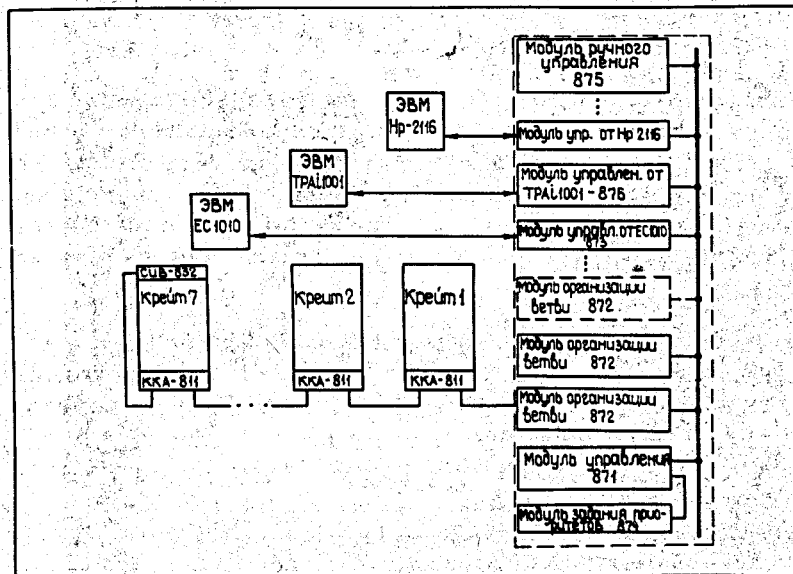


Рис. 5. Блок-схема системного крейта.

Информацию ЭВМ модуль БКД-871 преобразует во временные сигналы, команды CNAF и управляет режимами работы системного крейта.

Модуль задания приоритета типа БПР-874. Если системный крейт включен на линии с несколькими ЭВМ, то блок БПР-874 задает приоритет работы интерфейса ЭВМ. Приоритет уменьшается с ростом порядкового номера станции.

Модуль организации ветви типа БОВ-872^{/32/} выполняет роль сопряжения между магистралью крейта управления

и вертикальной магистралью в соответствии с требованиями КАМАК^{/24/}. В ветви предусмотрена возможность соединения крейтов на расстоянии до 25 м и возможность синхронизации работы между нормальными крейтами и крейтом управления. Модули источника управления системным крейтом могут быть интерфейсом ЭВМ или автономными процессорами. Их степень сложности зависит от типа ЭВМ и вида канала обмена - программного или канала прямого доступа.

Интерфейс типа ИР 10-873^{/33/} был разработан для сопряжения системного крейта с программным каналом ЭВМ типа ЕС 1010. Для передачи одного 24-разрядного слова из какого-либо блока или в блок ветви необходимо затратить не менее шести циклов ЭВМ, что составляет 20 мкс /в режиме сканирования адреса или в режиме установки/.

Интерфейс типа ИТРА/i-876 был разработан для сопряжения системного крейта с внутренней системой шин ЭВМ типа ТРА/i-1001 по программному каналу. Для передачи информации из памяти ЭВМ в модуль и обратно в крейтах ветви необходимо предварительно подготовить в интерфейс команду КАМАК вида CNAFM и данные. Подготовленная информация содержит 48 двоичных разрядов, для чего необходимо затратить 8 циклов ЭВМ, что составляет 20 мкс. В случае передачи в режиме сканирования адреса подготовленная информация содержит только 24 двоичных разряда и необходимо затратить 4 цикла ЭВМ, что составляет 10 мкс. Поэтому максимальная скорость передачи информации составляет 100 тыс. слов КАМАК в секунду. В режиме передачи по сигналам прерывания периферийных устройств скорость передачи уменьшается на время обработки прерывания.

Модуль ручного управления системным крейтом типа БРП-875^{/34/} является одним из источников команд в системном крейте. Комплекс модулей БКД-871, БОВ-872, БПР-874 и БРП-875 образует ручной драйвер ветви, предназначенный для проверки, наладки систем, блоков в стандарте КАМАК и для организации простых систем в физических экспериментах.

Кроме того, в четвертой главе приведены результаты разработки блоков согласователя ветви типов СОВ-831 и СИВ-832 /35/.

Одним из примеров применения системного крейта является стенд для проверки пропорциональных камер бесфильмового искрового спектрометра, в котором системный крейт используется для управления обменом информацией между ЭВМ типа ТРА/i-1001 и ЕС1010 и модулями, находящимися в крейтах двух ветвей. В зависимости от природы источника информации, системный крейт управляет передачей по режиму установки, режиму сканирования адреса и программному режиму.

Основные результаты работы могут быть сведены к следующему:

1. Разработаны модули счетчиков, которые являются универсальными в стандарте КАМАК с возможностью накапливать информацию от статистических и периодических источников с интенсивностью 10^8 имп/с. Вход счетчиков управляется строб-сигналом и командами ЭВМ. С помощью команды ЭВМ содержимое счетчика увеличивается на единицу. Модули счетчиков 2СЧ-415 и 4СЧ-416 соответствуют современному уровню по степени интеграции: модуль 2СЧ-415 содержит два счетчика по 24 разряда, модуль 4СЧ-416 содержит четыре счетчика по 16 разрядов. Организован мелкосерийный выпуск этих модулей.

2. Разработан системный крейт сопряжения нескольких ЭВМ с модулями КАМАК в нескольких ветвях. Максимальное количество ЭВМ - до 20, ветвей - до 10. Система может содержать $10 \times 7 \times 23 = 1610$ модулей КАМАК. Системный крейт позволяет решать задачи сопряжения практически всех мыслимых систем физических установок и является основой для создания удаленных терминалов и сетей ЭВМ на основе стандарта КАМАК. В сравнении с контроллером крейта и обычными драйверами скорость обмена информацией между ЭВМ и модулями КАМАК у системного крейта не уменьшается. Организован мелкосерийный выпуск системных крейтов и их модулей.

3. Предложено решение для изменения использования шин магистрали крейта, которое позволило избежать создания дополнительной магистрали на разъемных соединениях и увеличило надежность работы системного крейта. В универсальном крейте используется только одна механически и электрически хорошо зарекомендовавшая себя магистраль крейта КАМАК.

4. Разработаны интерфейсы ИР 10-873 и ИТРА/i-876, которые позволили включить системный крейт на линию с ЭВМ типа ЕС 1010 и ТРА/i-1001 и решить задачу сопряжения больших систем с упомянутыми ЭВМ.

Результаты работы докладывались на Международных симпозиумах по ядерной электронике в Дубне и Будапеште, опубликованы в ведущих периодических изданиях.

Литература

1. П.А.Мамалин и др. "Методы регистрации и обработки данных в ядерной физике и технике", Атомиздат, Москва, 1968.
2. И.Ф.Колпаков. "Электронная аппаратура на линии с ЭВМ в физическом эксперименте", М., Атомиздат, 1974.
3. Труды VI Международного симпозиума по ядерной электронике". ОИЯИ, Д13-6120, стр. 252, Дубна, 1972.
4. А.Флорес. "Организация вычислительных машин", "Мир", Москва, 1972.
5. "Euratom Report", EUR 4100 e, March, 1969.
6. Труды VII Международного симпозиума по ядерной электронике, ОИЯИ, Д13-7616, стр. 318, Дубна, 1974.
7. В.А.Арефьев и др. ОИЯИ, Р10-7326, Дубна, 1973.
8. А.П.Крячко. ОИЯИ, Б1-10-7158, Дубна, 1973.
9. А.М.Корожков, В.Д.Мочалов. "Электронные счетчики импульсов", Энергия, 1971.
10. И.И.Шагулин. "Транзисторно-транзисторные логические схемы", Советское Радио, 1974.
11. CERN-NP SAMAC Note, 11.00, 1969.
12. CERN-NP SAMAC Note, 16.00, 1970.
13. Проспект фирмы "SEN", Швейцария, 1973.
14. Проспект фирмы "Nucl. Enterprises", 1973.
15. SAMAC Bulletin, No. 10, July, 1974.

16. КАМАК 1975, проспект фирмы Schlumberger, 1975.
17. Н.М.Никитюк, Е.В.Черных. "Два двоичных счетчика в стандарте КАМАК на микросхемах ТТЛ, ДТЛ и ТЛЭС", ПТЭ, №1, стр. 106, 1973.
18. Нгуен Фук и др. "Два двоичных счетчика в стандарте КАМАК на монолитных микросхемах", ПТЭ, №3, стр. 266, 1975.
19. Нгуен Фук, Е.Хмелевски. "Два двоичных счетчика с высокой степенью интеграции в стандарте КАМАК". ОИЯИ, 13-8083, Дубна, 1974.
20. Нгуен Фук, Е.Хмелевски. ОИЯИ, 10-8960, Дубна, 1975.
21. Система интерфейсов 1001 TRA-1, KFKI, Будапешт, 1973.
22. Общее описание ЭВМ P.10. Вideonon, Будапешт, 1973.
23. "A Pocket Guide to Interfacing Hp Computers", Hewlett Packard, USA, 1969.
24. "Organisation of Multirate System", Euratom Report, EUR 4600e, 1971.
25. А.Я.Астахов, Н.М.Никитюк. ОИЯИ, 10-7842, Дубна, 1973.
26. Н.М.Никитюк, В.А.Смирнов. ОИЯИ, 10-6487, Дубна, 1972.
27. Н.М.Никитюк и др. ОИЯИ, 10-7914, Дубна, 1974.
28. Nuclear Instruments & Methods, 112, No. 3, p.527, 1973.
29. Configuring CAMAC System Controllers Technical Description, GEC-Elliott Process Automation Limited. Provisional publication, 1974.
30. Нгуен Фук, В.А.Смирнов. ОИЯИ, 10-8712, Дубна, 1975.
31. Нгуен Фук, В.А.Смирнов. ОИЯИ, 10-8957, Дубна, 1975.
32. Нгуен Фук и др. ОИЯИ, 10-8958, Дубна, 1975.
33. Нгуен Вьет Зунг и др. ОИЯИ, 10-8971, Дубна, 1975.
34. Нгуен Фук. ОИЯИ, 10-8959, Дубна, 1975.
35. Нгуен Фук, Е.Хмелевски. ОИЯИ, 10-8713, Дубна, 1975.

Рукопись поступила в издательский отдел
18 июня 1975 года.