

объединенный
институт
ядерных
исследований
дубна

4826/2-81

28/9-81

P10-81-458

Э.М.Глейбман, И.А.Голутвин, В.Ю.Каржавин,
А.В.Карпухин, В.В.Тарасов, В.С.Хабаров

АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
КОНТРОЛЯ И НАСТРОЙКИ
РЕГИСТРИРУЮЩЕЙ АППАРАТУРЫ
ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР

Направлено в ПТЭ; на III Всесоюзный проблемный
симпозиум по модульным ИВС, Москва, 1981

1981

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в экспериментах по физике высоких энергий широкое распространение получили координатные детекторы, использующие пропорциональные камеры. Большие координатные детекторы содержат десятки тысяч каналов регистрации, каждый из которых представляет собой достаточно сложную электронную схему. От качества работы каналов регистрации во многом зависит достоверность получаемой физической информации, эффективность работы всей установки.

Для построения регистрирующей аппаратуры пропорциональных камер используется серийно выпускаемая промышленностью большая гибридная интегральная схема К405ХП1/1', представляющая собой двоярный канал регистрации сигналов с пропорциональных камер.

На основе данной интегральной схемы нами разработана аппаратура регистрации информации на 20 тысяч каналов. Аппаратура выполнена по модульному принципу и располагается непосредственно на камерах. Модуль /или карта регистрации/ содержит 32 канала регистрации и схемы последовательного вывода информации в ЭВМ. На карте установлены 16 ячеек, каждая из которых содержит по одной микросхеме К405ХП1. Всего аппаратура регистрации включает 625 карт и 10 тысяч ячеек. Изготовление, настройка и эксплуатация такого объема электронной аппаратуры невозможно без применения современных средств вычислительной техники, поэтому нами разработана и введена в эксплуатацию автоматизированная система контроля и настройки аппаратуры регистрации, которая представляет собой одну из подсистем автоматизированной системы контроля и управления координатного детектора.

Целью построения такой системы является автоматизация процесса входного контроля интегральных схем К405ХП1, автоматизация подбора радиокомпонент для получения оптимальных и идентичных характеристик в каналах регистрации, автоматизация контроля и настройки ячеек и карт регистрации.

1. ПРОВЕРКА И ПОДБОР ПАРАМЕТРОВ ИНТЕГРАЛЬНОЙ СХЕМЫ К405ХП1

Структурная схема канала регистрации используемой микросхемы традиционна. Он состоит из усилителя с высоким входным сопротивлением, дискриминирующего одновибратора, одновибратора задержки и стробируемой схемы памяти /рис. 1/.

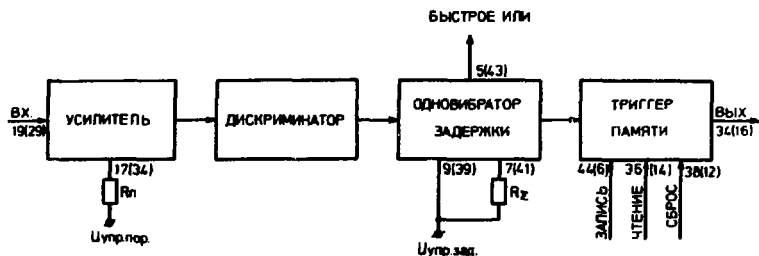


Рис. 1. Структурная схема канала регистрации гибридной интегральной схемы К405ХП1.

Для регулировки порога срабатывания усилителя в микросхеме имеется вход, на который подается небольшой смещающий ток через внешний резистор (R_n). Регулировка времени выдержки одновибратора производится внешним потенциалом управления и дополнительным резистором (R_z). Микросхемы К405ХП1, изготовленные по гибридной технологии, имеют разброс номиналов радиокомпонент, поэтому для получения идентичных характеристик регистрации необходим индивидуальный подбор внешних резисторов.

Для этого на этапе входного контроля микросхем снимается пороговая характеристика усилителя $A = f(U_{упр1})$ и зависимость временной выдержки одновибратора от напряжения управления $\tau = f(U_{упр2})$ при эталонных значениях внешних резисторов. Затем по полученным зависимостям определяются величины управляющих напряжений, соответствующие заданным на установке значениям порога /5 мкА/, и задержки /450 нс/ и по формуле

$$R_x = \frac{U_0}{U_x} R_3 \quad // /$$

вычисляется значение внешних резисторов с учетом принятого на установке значения управляющего напряжения. При этом U_0 - принятое на установке напряжение управления; U_x - найденное из характеристик $A = f(U_{упр1})$; $\tau = f(U_{упр2})$ - значение напряжения управления порогом /задержкой/; R_3 - эталонное сопротивление, установленное в цепи управляющего напряжения при снятии характеристик.

Испытуемая микросхема маркируется и вместе с полученными значениями сопротивлений R_n и R_z поступает на монтажный участок для установки в ячейку.

Поскольку полученные расчетным путем значения внешних резисторов отличаются от установленной шкалы номиналов сопротивлений, выпускаемых промышленностью, в схеме ячейки предусмотрена возможность установки двух последовательных резисторов так, чтобы их сумма была равна расчетной величине. Проведенные нами исследования показывают, что для получения величины задержки в канале регистрации, равной 450 ± 15 нс, и порога срабатывания 5 ± 1 мкА величины внешних резисторов должны отличаться от расчетных не более, чем на 0,5%.

Используемые в ячейках резисторы типа МЛТ имеют точность 5%, в связи с этим измерение внешних резисторов, поступающих на монтажный участок, автоматизировано, точность измерения величины резистора не хуже 0,2%.

2. ПРОВЕРКА ЯЧЕЕК РЕГИСТРАЦИИ

На этом этапе контролируется разброс параметров рабочих характеристик ячеек, определяется устойчивость схемы к перекрестным наводкам.

Контроль рабочих характеристик состоит в снятии зависимостей $A = f(U_{упр1})$, $\tau = f(U_{упр2})$ и выводе их на телевизионный индикатор для визуального контроля /используются те же программы, что и при контроле микросхемы/. Кроме того, в системе предусмотрен программный курсор, с помощью которого оператор имеет возможность контролировать значения рабочих параметров во всем диапазоне управляющих напряжений. Значения рабочих параметров, соответствующие напряжениям управления +2 В, выводятся на терминал.

Устойчивость к перекрестным наводкам определяется при номинальных управляющих напряжениях /+2 В/ в диапазоне изменения амплитуд входных сигналов от 5 до 100 мкА. Значение амплитуды входного сигнала, при котором возникает наводка с канала на канал, выдается на терминал.

3. КОНТРОЛЬ РАБОТОСПОСОБНОСТИ КАРТЫ РЕГИСТРАЦИИ

Проверяется правильность функционирования основных узлов карты, наличие обрывов или замыканий в информационных цепях: разъем - ячейки регистрации - сдвиговый регистр, а также работа схем вывода информации в ЭВМ /32-разрядный сдвиговый регистр, магистральные приемники и передатчики, схема управления/. Контролируются основные рабочие характеристики карты:

- разброс значений порогов срабатывания усилителя и времени выдержки одновибратора для всех каналов;

- определяется величина минимальной длительности стробирующего импульса;

- наличие наводки с канала на канал.

Тестовые программы построены таким образом, что при исправных приемниках и передатчиках магистрали определяется характер и место неисправности в схеме.

Для определения неисправностей, которые не идентифицируются тестовыми программами /дефекты приемников, передатчиков и т.п./, в системе имеется набор специальных циклических программ /как для карты, так и для ячейки/, используя которые оператор с помощью осциллографа может выявить имеющуюся неисправность.

4. ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

Автоматизированная система контроля и настройки аппаратуры регистрации пропорциональных камер выполнена в стандарте КАМАК на базе микропроцессорного контроллера МИКАМ-2^{1/2} и функциональных модулей /рис. 2/.

Контроллер осуществляет управление работой всех функциональных модулей в крейте, прием и обработку информации. Программное обеспечение системы хранится на бумажной ленте и вводится в оперативную память ОЗУ-4 К^{1/2} с фотосчитывателя FS-1501. Управление системой производится с телетайпа посредством простого набора односимвольных приказов. Связь проверяемой интегральной схемы, ячейки регистрации и карты с контроллером осуществляется через специально разработанные адаптеры и блоки связи.

В адаптерах размещены источники питания, генератор управляемой амплитуды, имитирующий по форме и амплитуде сигнал с пропорциональных камер. На верхней крышке адаптеров установлены разъемы /панелька/ для подключения проверяемых карт, ячеек, микросхем. Дополнительно к каждому адаптеру подводятся три управляющих напряжения с цифроаналоговых преобразователей /ЦАП1 ÷ ЦАП3/ для управления порогом срабатывания усилителя, задержкой одновибратора и амплитудой входного сигнала.

Так как программы для испытания интегральной схемы и ячейки регистрации практически одинаковые, в системе используется один общий адаптер - блок проверки микросхем /БПМ/ для их подключения и один и тот же модуль связи БУ.

При снятии пороговой характеристики определяется соответствие между напряжением управления порогом $U_{упр1}$ /ЦАП2/ и минимальной амплитудой входного сигнала /ЦАП3/, при которой происходит устойчивое срабатывание усилителя /для фиксированного значения $U_{упр1}$ подбирается минимальная амплитуда входного сигнала, при которой в серии из 16 импульсов происходит 16

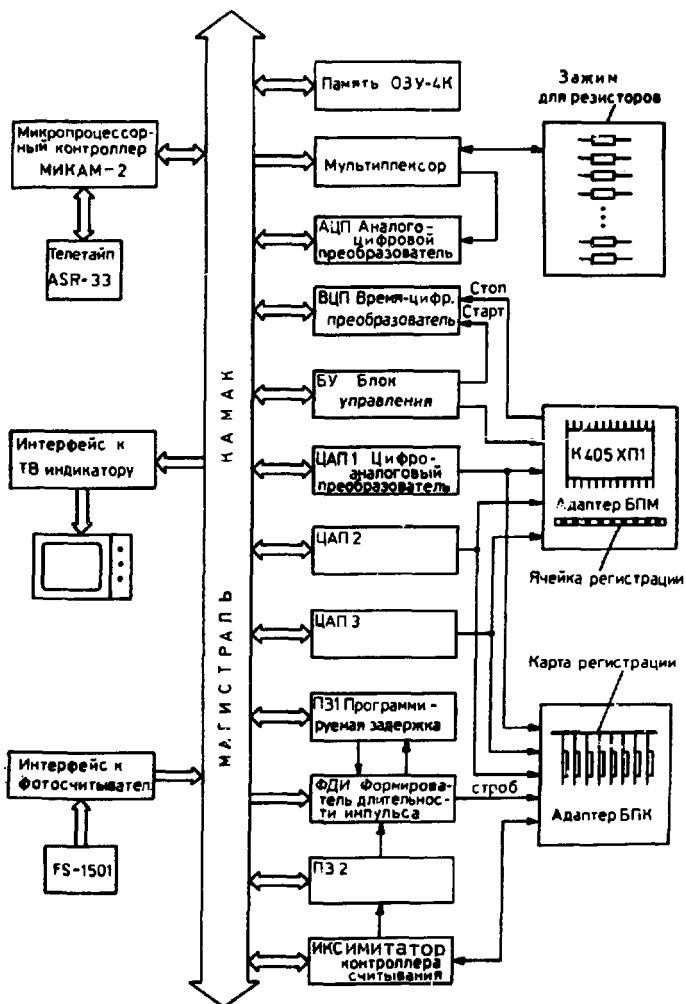


Рис.2. Блок-схема автоматизированной системы контроля и настройки регистрирующей аппаратуры пропорциональных камер.

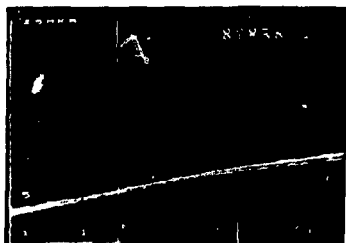
срабатываний усилителя/. При этом напряжение управления задержкой устанавливается равным +2 В. Измерения проводятся в диапазоне управляющих напряжений $0 \div 5$ В /дискрет 20 мВ/ с изменением амплитуды входного сигнала от 0 до 25 мкА с дискретом 0,1 мкА. Срабатывание усилителя контролируется по состоянию триггера памяти канала регистрации /при этом модуль БУ выставляет сигнал LAM на магистраль/.

При снятии зависимости $\tau = f(U_{упр2})$ определяются значения временной выдержки одновибратора канала регистрации от напряжения управления задержкой $U_{упр2}$ /ЦАП1/ в диапазоне изменения этого напряжения $0 \div 5$ В /дискрет 20 мВ/. При этом напряжение управления порогом устанавливается равным +2 В, а амплитуда входного сигнала 25 мкА /5 порогов/. Время выдержки одновибратора в канале регистрации измеряется с помощью 9-разрядного время-цифрового преобразователя /ВЦП/. Точность измерения времени - 2,6 нс. ВЦП измеряет промежуток времени между приходом входного сигнала на микросхему /"Старт"/ и моментом срабатывания триггера памяти /"Стоп"/. Триггер памяти канала регистрации, как и при снятии пороговой характеристики, работает при постоянном разрешении по входу "Строб".

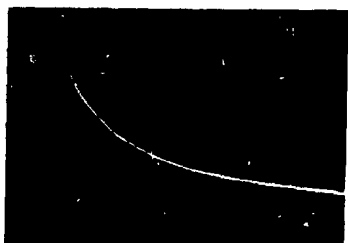
По команде оператора полученные зависимости $A = f(U_{упр1})$ и $\tau = f(U_{упр2})$ могут быть выведены на телевизионный индикатор для визуального анализа /рис. 3/ либо распечатаны в виде таблиц десятичных цифр на телетайпе для документирования.

Величина внешних резисторов $R_{п}$ и R_z вычисляется по формуле /1/ и выводится на телетайп. При этом используется пакет программ с плавающей запятой.

Подключение испытываемой карты регистрации производится через адаптер /БПК/ и модуль связи /ИКС/, имитирующий сигналы контроллера считывания системы регистрации информации координат.



а



б

Рис. 3. Рабочие характеристики 32-х каналов регистрации: а/ $A = f(U_{упр1})$, б/ $\tau = f(U_{упр2})$, снятые с экрана телевизионного индикатора.

натного детектора. При исследовании временных характеристик карты формирование импульса стробирующего триггера ячеек производится с помощью программно управляемых задержек /ПЗ-1, ПЗ-2/ и формирователя длительности импульса /ФДИ/. Длительность сигнала "Строб" изменяется с помощью программируемой задержки ПЗ-1 /диапазон изменения 3-100 нс, дискрет 0,5 нс/, а временное положение относительно входного сигнала микросхемы задается задержкой ПЗ-2 /диапазон изменения $400 \div 500$ нс, дискрет 1 нс /.

Для измерения и подбора внешних резисторов в системе имеется аналого-цифровой преобразователь /АЦП/ и 32-канальный релейный мультиплексор, с помощью которых производится точное измерение сопротивлений типа МЛТ, устанавливаемых в упаковочной картонке в специальный разъем.



Рис.4. Общий вид автоматизированной системы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Опыт эксплуатации описываемой системы показывает, что созданная совокупность аппаратных и программных средств полностью обеспечивает поставленным при разработке требованиям - повышению производительности и эффективности в изготовлении и настройке регистрирующей аппаратуры пропорциональных камер. Проведенные испытания карт на камерах подтверждают идентичность /в пределах допустимого разброса/ характеристик каналов регистрации,

Общий вид автоматизированной системы контроля и настройки регистрирующей аппаратуры пропорциональных камер приведен на рис. 4.

ЛИТЕРАТУРА

1. Афанасьев Ю.А. и др. ПТЭ, 1978, №5, с. 112-115.
2. Глейбман Э.М., Тарасов В.В. Приборы и системы управления, 1980, №12, с.16.