

**сообщения
объединенного
института
ядерных
исследований
дубна**

13-84-308

**Г.Ф.Акимова, Л.В.Будкин, М.А.Игнатенко,
Ю.А.Кожевников, А.С.Кузнецов**

**АППАРАТУРА ДЛЯ НАЛАДКИ
КАНАЛОВ РЕГИСТРАЦИИ ИНФОРМАЦИИ
С ПРОПОРЦИОНАЛЬНЫХ КАМЕР**

1984

1. ВВЕДЕНИЕ

Для детектирования заряженных частиц в магнитном спектрометре /установка МАСПИК-2/1// создается система пропорциональных камер /ПК/ с аппаратурой регистрации информации, разработанной на основе гибридной интегральной микросхемы К405ХП1/2/. Одним из основных элементов системы являются платы регистрации на 16 каналов^{3/}. Они размещаются непосредственно на ПК и объединяются по 16 штук в модули^{4/} для считывания информации и передачи ее в ЭВМ. Предполагаемый объем регистрирующей аппаратуры составляет 4000 каналов /250 плат регистрации/.

Подготовка к работе такого количества плат с тщательной проверкой и настройкой каждого канала является одним из наиболее трудоемких этапов в создании всей системы. От качества выполнения этой работы во многом зависят эффективность, надежность и другие эксплуатационные характеристики ПК. В литературе описаны автоматизированные комплексы^{5,6/}, предназначенные для измерения различных параметров и поэтапной проверки работоспособности всех компонентов аппаратуры регистрации информации с ПК. Однако разработка и ввод таких устройств в эксплуатацию - довольно сложная задача, реализация которой оправдана, по-видимому, лишь для систем, содержащих десятки тысяч каналов.

Компромиссным решением может быть совмещение автоматизации процесса измерений основных параметров каналов регистрации с "ручным" подбором необходимых внешних элементов. Исходя из этого были разработаны аппаратура и методика настройки плат регистрации, описанные в настоящем сообщении.

2. НАСТРОЙКА ПЛАТ РЕГИСТРАЦИИ

На рис.1 показана блок-схема одного канала регистрации микросхемы К405ХП1. Он включает в себя усилитель-дискриминатор, одно-вибратор задержки и стробируемую ячейку памяти. Регулировка порога срабатывания усилителя осуществляется с помощью внешнего резистора $R_{пор.}$, а длительность импульса одновибратора задержки $t_{зад.}$ изменяется с помощью внешнего напряжения $U_{упр.}$ и резистора R_z .

На первом этапе производилась первичная проверка плат регистрации, поступающих после изготовления. После того, как удавалось добиться функционирования каждого канала, пороги дискрими-

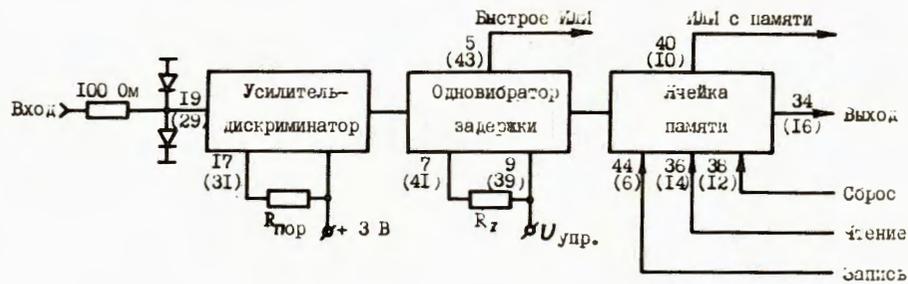


Рис.1. Блок-схема одного канала регистрации БГИС К405ХП1. Цифрами обозначены номера контактов микросхемы.

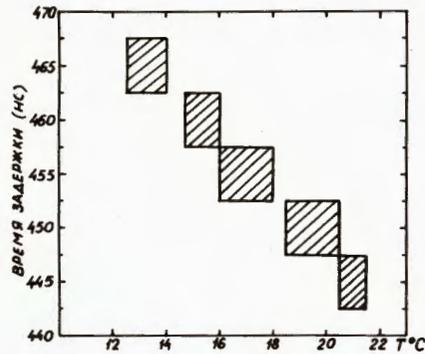


Рис.2. Зависимость времени задержки контрольного канала от температуры воздуха в комнате.

рации устанавливались равными $2 \pm 0,2$ мВ. С одной стороны, это дает возможность работать без взаимных наводок между каналами, с другой - позволяет использовать газовые смеси, обеспечивающие умеренный коэффициент газового усиления [7]. Измерение порога дискриминации производилось цифровым измерителем порога срабатывания логических блоков [8]. Сигналы с этого блока ослаблялись до требуемых значений посредством согласованного с 50-омным кабелем резистивного делителя и подавались на вход канала регистрации. В качестве ответного использовался сигнал "Быстрое ИЛИ". С помощью переменного резистора, включенного в цепь регулирования порога дискриминации, устанавливалась заданная величина порога. Затем измерялось $R_{пор}$ для данного канала.

После монтажа отобранных резисторов $R_{пор}$ производилась настройка задержек каналов. Основное внимание на этом этапе уделялось двум факторам: температурной зависимости времени задержки каналов и разбросу параметров микросхем.

На рис.2 представлена зависимость $t_{зад}$ контрольного канала от температуры окружающей среды. Видно, что увеличение температуры воздуха на 10° вызывает уменьшение $t_{зад}$ почти на 20 нс. Поэтому с целью компенсации влияния температурной зависимости на идентичность выставления задержек каналов регистрации про-

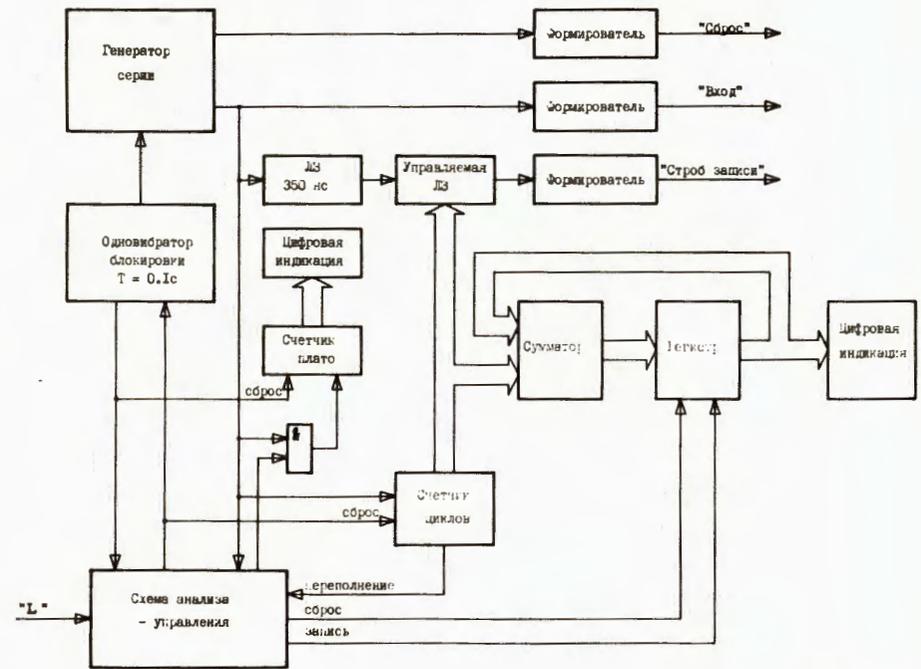


Рис.3. Блок-схема прибора для измерения времени задержки в каналах регистрации.

цедура настройки была следующей: путем подбора сопротивлений $R_{г}$ при постоянном $U_{упр.} = 2$ В $t_{зад}$ каждого канала устанавливалась равной задержке контрольного канала /450 нс при $U_{упр.} = 2$ В и температуре воздуха 20°C /.

Разброс параметров радиокомпонентов отдельных микросхем приводил к разной длительности плато кривой задержанных совпадений у различных каналов. Например, при длительности сигнала "Запись" 50 нс наблюдались как каналы с шириной плато меньше 25 нс, так и каналы, у которых эта величина превышала 100 нс. Для достижения наилучшего временного разрешения системы следует настраивать задержки индивидуальных каналов так, чтобы середины кривых задержанных совпадений для всех каналов совпали. С этой целью был разработан специальный блок, позволяющий измерять промежуток времени между моментом прихода тестового сигнала на вход канала регистрации и серединой временного интервала, в течение которого происходит запись в ячейку памяти. Блок-схема этого прибора показана на рис.3. Внутренний генератор задает частоту следования циклов измерения, состоящих из последовательности сигналов "Сброс" платы регистрации, импульса, имитирующего сигнал с проволоочки ПК, и строба записи длительностью 50 нс. Спе-

циальный счетчик содержит текущий номер цикла измерения и управляет внутренней задержкой в цепи формирования сигнала "Запись" так, что в каждом следующем цикле время задержки этого сигнала увеличивается на 5 нс. Схема анализа фиксирует изменение логического уровня сигнала "ИЛИ с памяти" платы регистрации, означающее начало или окончание записи информации в ячейку памяти. В зависимости от режима измерения /он задается переключателем, расположенным на передней панели блока/ в регистр результата заносится либо удвоенное содержимое счетчика циклов /время начала или окончания процесса записи/, либо сумма содержимого счетчика циклов, соответствующего времени окончания записи, и содержимого регистра результата, соответствующего времени начала записи. Одновременно в отдельный счетчик заносится информация о длительности плато данного канала.

Окончательная проверка плат регистрации осуществлялась на автоматизированном стенде в режиме "TEST"/9/. Аппаратура стенда генерировала тестовые сигналы, которые подавались на входы каналов регистрации. После каждого тестового сигнала происходила запись в ячейки памяти и производились съем и передача информации в ЭВМ. Результаты работы каждого канала отображались на дисплее. При этом легко обнаруживались неисправные каналы /т.е. отсутствие или постоянное наличие сигнала на выходе микросхемы/ и каналы, величина задержки которых выходит за допустимые пределы.

3. ВРЕМЕННЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПЛАТ РЕГИСТРАЦИИ

С целью исследования временных характеристик регистрирующей аппаратуры ПК на автоматизированном стенде были измерены кривые задержанных совпадений одновременно для 128 каналов регистрации при нескольких значениях управляющего напряжения. Измерения были выполнены с шагом 5 нс при длительности сигнала "Запись" 50 нс.

На рис.4 представлены гистограммы распределений центров кривых задержанных совпадений для всех 128 каналов в зависимости от времени задержки сигнала "Запись" при разных значениях $U_{упр.}$, а на рис.5 показана зависимость средней $\tau_{зад.}$ каналов от управляющего напряжения. Как видно из рисунков, центры совпадают в пределах 30 нс при изменении $U_{упр.}$ от 3,2 В до 1,4 В, что соответствует изменению среднего времени задержки каналов от 325 до 650 нс. Наблюдающийся разброс /30 нс/ вызван, в основном, двумя причинами: разной температурной зависимостью задержек различных каналов и разбросом напряжения питания на микросхемах от платы к плате в пределах 1,0%. Внутри каждой отдельной платы распределение центров кривых задержанных совпадений было заметно уже.

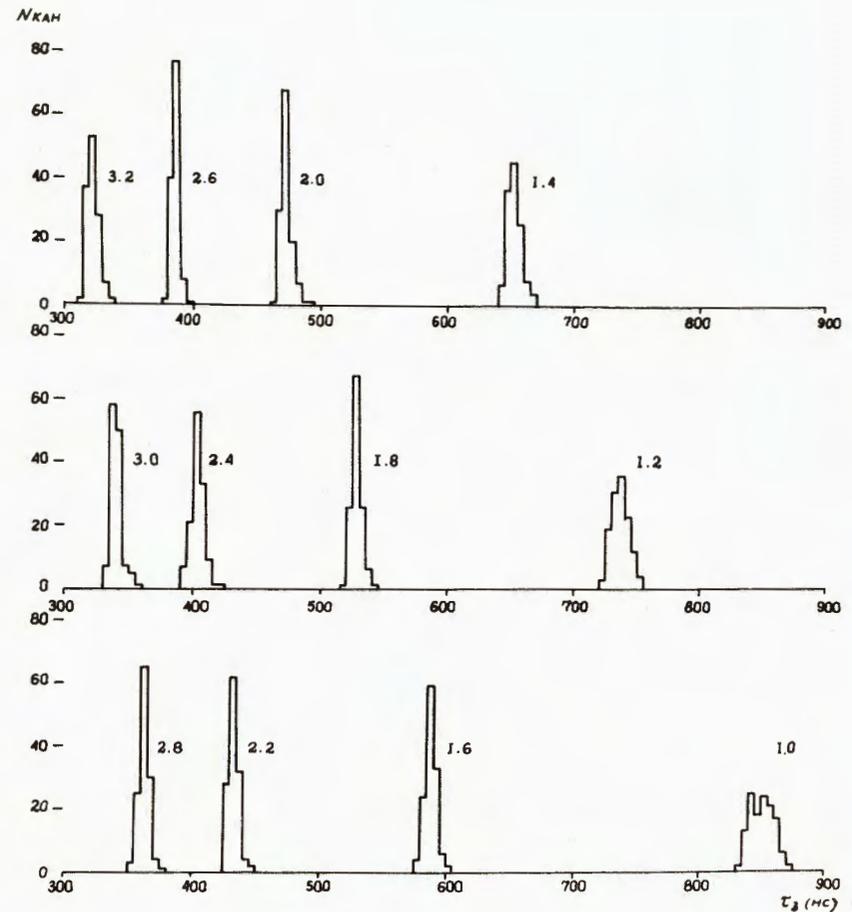
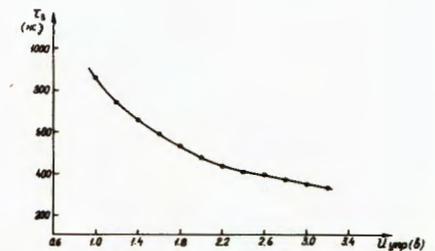


Рис.4. Гистограммы распределений центров кривых задержанных совпадений 128 каналов регистрации. Цифрами около гистограмм обозначены значения управляющего напряжения в вольтах.

Рис.5. Зависимость средней задержки в каналах регистрации от управляющего напряжения.



Для оценки временного разрешения регистрирующей аппаратуры для каждого значения $U_{упр.}$ строилась гистограмма эффективности всех 128 каналов в зависимости от задержки сигнала "Запись" /пример гистограммы показан на рис.6/. Склоны полученных ги-

| DELAY(NSEC) | AVERAGE EFFICIENCY(%) |
|-------------|-----------------------|
| 0 | 1 |
| 5 | 6 |
| 10 | 14 |
| 15 | 36 |
| 20 | 63 |
| 25 | 78 |
| 30 | 91 |
| 35 | 98 |
| 40 | 99 |
| 45 | 100 |
| 50 | 100 |
| 55 | 100 |
| 60 | 99 |
| 65 | 97 |
| 70 | 91 |
| 75 | 74 |
| 80 | 52 |
| 85 | 28 |
| 90 | 11 |

Рис.6. Гистограмма эффективности 128 каналов в зависимости от задержки сигнала "Запись".

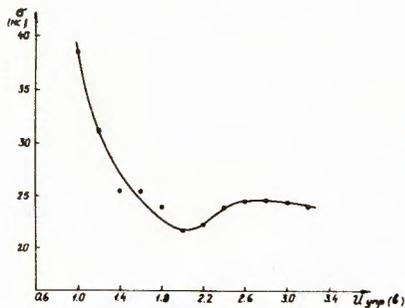


Рис.7. Зависимость временного разрешения каналов регистрации от управляющего напряжения.

Гистограмм аппроксимировались нормальным распределением, нормированным на значение эффективности на плато. По найденным средним значениям дисперсии вычислялось временное разрешение /полная ширина на половине высоты/. Полученные результаты представлены на рис.7. Минимальное разрешение 22 нс достигается при значении $U_{упр.} = 2$ В, т.е. при напряжении, при котором производилась настройка плат регистрации. С уменьшением $U_{упр.}$ временное разрешение резко ухудшается /38 нс при $U_{упр.} = 1$ В/, а при увеличении сначала незначительно ухудшается до 25 нс при $U_{упр.} = 2,4$ В, после чего практически не меняется. Наблюдаемое поведение временного разрешения системы каналов является следствием того, что отдельные каналы имеют разные /нелинейные/ зависимости задержек от $U_{упр.}$.

4. ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Задача настройки плат регистрации была решена с помощью лабораторного стенда, оснащенного цифровым измерителем порога сра-

батывания логических блоков и блоком автоматического измерения задержки в каналах регистрации. Окончательная проверка плат осуществлялась на автоматизированном стенде, работающем на линии с ЭВМ ЕС-1010. Предложенная для настройки методика позволяет получать временное разрешение регистрирующей аппаратуры в пределах 22-25 нс. Полученные результаты показывают, что с целью достижения минимального временного разрешения настройку каналов регистрации необходимо проводить при значении управляющего напряжения, которое будет использоваться в эксперименте.

В заключение авторы благодарят Л.С.Ажгирея за постоянный интерес и поддержку в работе, В.Н.Самойлова - за участие в работе на начальном этапе.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ажгирей Л.С. и др. В кн.: Труды Совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. ОИЯИ, Д2-82-568, Дубна, 1982, с.83-91.
2. Афанасьев Ю.А. и др. ПТЭ, 1978, № 5, с.112.
3. Басиладзе С.Г., Юдин В.К. ОИЯИ, 13-11556, Дубна, 1978.
4. Басиладзе С.Г., Юдин В.К. ОИЯИ, 13-10527, Дубна, 1977.
5. Edwards M., Przybylsky M.M. Nucl.Instr.and Meth., 1977, vol.147, p.605.
6. Глейбман Э.М. и др. ОИЯИ, P10-81-458, Дубна, 1981.
7. Sauli F. CERN, 77-09, Geneva, 1977.
8. Гребенюк В.М., Зинов В.Г., Нгуен Хыу Си. ОИЯИ, 13-12884, Дубна, 1979.
9. Ажгирей Л.С. и др. ОИЯИ, 10-83-868, Дубна, 1983.

Рукопись поступила в издательский отдел
3 мая 1984 года.

НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

| | | |
|---------------|---|-------------|
| | Труды VI Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1978 /2 тома/ | 7 р. 40 к. |
| | Труды VII Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц, Дубна, 1980 /2 тома/ | 8 р. 00 к. |
| D11-80-13 | Труды рабочего совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике, Дубна, 1979 | 3 р. 50 к. |
| д4-80-271 | Труды Международной конференции по проблемам нескольких тел в ядерной физике. Дубна, 1979. | 3 р. 00 к. |
| д4-80-385 | Труды Международной школы по структуре ядра. Алушта, 1980. | 5 р. 00 к. |
| D2-81-543 | Труды VI Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1981 | 2 р. 50 к. |
| D10,11-81-622 | Труды Международного совещания по проблемам математического моделирования в ядерно-физических исследованиях. Дубна, 1980 | 2 р. 50 к. |
| D1,2-81-728 | Труды VI Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1981. | 3 р. 60 к. |
| D17-81-758 | Труды II Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1981. | 5 р. 40 к. |
| D1,2-82-27 | Труды Международного симпозиума по поляризационным явлениям в физике высоких энергий. Дубна, 1981. | 3 р. 20 к. |
| P18-82-117 | Труды IV совещания по использованию новых ядерно-физических методов для решения научно-технических и народнохозяйственных задач. Дубна, 1981. | 3 р. 80 к. |
| D2-82-568 | Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982. | 1 р. 75 к. |
| D9-82-664 | Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982. | 3 р. 30 к. |
| D3,4-82-704 | Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982. | 5 р. 00 к. |
| D2,4-83-179 | Труды XV Международной школы молодых ученых по физике высоких энергий. Дубна, 1982. | 4 р. 80 к. |
| | Труды УШ Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Протвино, 1982 /2 тома/ | 11 р. 40 к. |
| D11-83-511 | Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982. | 2 р. 50 к. |
| D7-83-644 | Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983. | 6 р. 55 к. |
| D2,13-83-689 | Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983. | 2 р. 00 к. |

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:
101000 Москва, Главпочтамт, и/я 79
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Акимова Г.Ф. и др.

13-84-308

Аппаратура для наладки каналов регистрации информации с пропорциональных камер

Приводится описание аппаратуры и методики, применявшейся при настройке плат регистрации информации с пропорциональных камер. Основным элементом плат регистрации является БГИС К405ХП1. В процессе настройки учитывались температурная зависимость задержек и различная длительность кривых задержанных совпадений отдельных каналов. На автоматизированном стенде исследованы временные характеристики 128 настроенных каналов. Получена зависимость временного разрешения системы каналов от управляющего напряжения. Предложенная для настройки методика позволяет получать временное разрешение регистрирующей аппаратуры в пределах 22-25 нс. Полученные результаты показывают, что с целью достижения минимального временного разрешения настройку каналов регистрации необходимо проводить при значении управляющего напряжения, которое будет использоваться в эксперименте.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Akimova G.F. et al.

13-84-308

Arrangement for Repairing Readout Channels for Proportional Chambers

Arrangement and method for balancing the operation of the card for detecting information from proportional chambers are described. The main part of these cards are large hybrid integrated circuit K405XPI. The temperature dependence of channel delays and different length of efficiency plateau for individual channels are taken into account. Time characteristics of 128 readout channels are investigated. The resolution time dependence for channels are obtained. The methods proposed permit to obtain time resolution of readout channels within the 22-25 ns. The results indicate that to achieve minimum time resolution the balancing of readout channels should be performed at a control voltage value to be used in experiment.

The investigation has been performed at the Laboratory of Computing Techniques and Automation, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984