

P-151

**ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ**

13-85-92

**РАДЖАБОВ**  
Рахим Садиевич

**РАЗРАБОТКА И СОЗДАНИЕ АППАРАТУРЫ  
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ  
ДИАГНОСТИКИ ПУЧКОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ  
АЛГЕБРАИЧЕСКОЙ ТЕОРИИ КОДИРОВАНИЯ**

**Специальность: 05.13.06 - автоматизированные  
системы управления**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата технических наук**

**Дубна 1985**

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий  
Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник

Н.М.Никитюк

кандидат физико-математических наук,  
старший научный сотрудник

М.Д.Шафранов

Официальные оппоненты:

доктор технических наук,  
старший научный сотрудник

С.Г.Басиладзе

кандидат технических наук,  
старший научный сотрудник

А.Я.Астахов

Ведущее предприятие: Институт физики высоких энергий, г.Серпухов.

Защита диссертации состоится "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1985 года  
в "\_\_\_" часов на заседании Специализированного совета Д.047.01.04  
при Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединен-  
ного института ядерных исследований (г.Дубна, Московской области).

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Автореферат разослан "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1985 года.

Ученый секретарь Специализированного совета  
кандидат физико-математических наук

*Ив.* = З.М.Иванченко

Актуальность. В настоящее время используются два направления постановки физического эксперимента на пучках частиц высоких энергий: эксперименты на встречных пучках и эксперименты с фиксированной мишенью. Во втором случае первичные и вторичные пучки частиц высоких энергий выводятся на неподвижную (фиксированную) мишень. Такие пучки, как правило, должны иметь высокую интенсивность, минимальные поперечные размеры и малую угловую расходимость. Пучки частиц, отвечающие этим требованиям, формируются сложными каналами, насыщенными большим числом магнитооптических элементов. Создание каналов транспортировки пучков частиц представляет собой серьезную комплексную задачу. Основные этапы решения этой задачи - расчет канала, монтаж, встройка магнитооптических элементов и его наладка с изучением основных характеристик пучка, таких как эмиттанс, состав пучка, положение кроссовера и т.д. Сокращение времени, требуемого для проведения работ по настройке канала с изучением основных характеристик пучка, способствует повышению эффективности использования ускорителя. В связи с этим целесообразно создание автоматизированной системы диагностики пучков. При разработке подобных систем следует учесть, что окончательная информация о параметрах пучка частиц нужна в процессе набора статистики, что связано с необходимостью быстрого принятия решений об изменении режимов магнитооптических элементов канала с целью приведения параметров пучка в соответствие с требованиями. Отсюда вытекает требование оперативного получения статистически надежно обеспеченной информации. Этим определяется актуальность и важность разработки и создания блоков сжатия и отбора данных, удовлетворяющих требованиям поставленной задачи и автоматизированной системы диагностики пучков на основе этих блоков.

Цель работы. С 1975 г. автор принимал участие в работах по созданию автоматизированной системы контроля и управления каналами выведенных пучков частиц синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ. Основные задачи, которые должен был решить автор, заключались в разработке и создании аппаратуры системы регистрации, сжатия и ввода в ЭВМ ЕС-1010 данных о формируемом пучке, получаемых с помощью пропорциональных камер.

Научная новизна. Основные элементы новизны работ, выполненных по теме диссертации:

1. Исследована возможность использования алгебраической теории кодирования для сжатия данных применительно к поставленной задаче.
2. Обоснован и предложен новый способ сжатия данных с многопроволочных пропорциональных камер на основе алгебраической теории кодирования.



3. На основе предложенного способа разработан ряд устройств сжатия данных для автоматизированной системы диагностики пучков. Четыре устройства признаны изобретениями.

4. Предложено новое схемное решение селектора временных наложений импульсов. Селектор признан изобретением.

Практическая ценность. Практическим результатом работ, положенных в основу диссертации, является:

1. Предложение и осуществление нового способа сжатия данных на основе алгебраической теории кодирования.

2. Разработка и создание блоков параллельного шифрования данных с пропорциональных камер.

3. Разработка и создание блока отбора одночастичных событий и синхронизации работы системы диагностики пучков с циклом работы ускорителя.

4. Разработка и создание аппаратуры автоматизированной системы диагностики пучков, отличающейся простотой и оперативностью сбора и представления данных о формируемом пучке.

5. Наладка с помощью этой системы каналов транспортировки пучков, среди которых:

а) канал, формирующий пучок  $\pi^-$ -мезонов с энергией 3 ГэВ, предназначенный для исследования реакций рождения нейтральных частиц;

б) канал, формирующий пучок  $\alpha$ -частиц с энергией 200 МэВ/нуклон, предназначенный для проведения медико-биологических исследований;

в) канал, формирующий пучок частиц, предназначенный для исследования процесса прохождения протонов в монокристаллах.

Апробация работы и публикации. Основные результаты работы докладывались на семинарах Лаборатории высоких энергий и Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, в Институте теоретической и экспериментальной физики, НИО "Кибернетика", Институте электроники АН УзССР и опубликованы в 9 научных статьях в ведущих советских и зарубежных журналах, в виде препринтов и сообщений ОИЯИ. По результатам работ получено 5 авторских свидетельств.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, четырех глав и заключения, содержит 169 страниц машинописного текста, в том числе 45 рисунков и список литературы из 115 наименований.

#### Содержание диссертации

В первой обзорной главе кратко рассмотрены широко применяемые методы настройки каналов пучков частиц. Использование любого метода

настройки каналов требует измерения параметров формируемого пучка. Анализируются системы настройки каналов на основе сцинтилляционных счетчиков и пропорциональных камер. Приведены функциональные схемы типичных систем для настройки каналов, показана перспективность построения систем на основе пропорциональных камер, работающих на линии с ЭВМ. Рассмотрено считывание и шифрование данных с пропорциональных камер.

Одним из основных требований к системе диагностики пучков является оперативность сбора, обработки и представления данных о формируемом пучке. Время получения информации о параметрах пучка складывается из времени набора координатных данных, времени представления координат частиц в двоичном коде и обработки информации. Повышение оперативности системы сводится к минимизации этих времен. Анализ устройств последовательного, параллельно-последовательного и параллельного шифрования данных с точки зрения использования их в системе диагностики пучков показал целесообразность применения последних. Однако известные устройства параллельного шифрования информации накладывают ограничение на число одновременно сработавших проволочек — одна и только одна. В связи с этим поставлена задача разработки устройств параллельного шифрования, лишенных этого недостатка.

В последнем разделе первой главы показаны целесообразность разработки блоков отбора событий, соответствующих поставленной задаче, и синхронизации работы системы с циклом работы ускорителя.

Во второй главе приведен анализ возможности использования алгебраической теории кодирования для сжатия информации, рассмотрен новый способ сжатия данных и параллельные устройства шифрования, разработанные на его основе.

Алгебраическая теория кодирования описывает математическую структуру кодов, исправляющих ошибки. Корректирующие коды предназначены для обнаружения и исправления случайных ошибок, возникающих в процессе передачи и обработки данных, обмена информацией между устройствами и т.д. В общем помехоустойчивое кодирование заключается в том, что к информационным символам добавляют контрольные. Таким образом, кодовое слово состоит из информационных и контрольных символов. Каждый контрольный символ ставит в соответствие с определенными символами кодового слова. При декодировании полученного слова производят проверку всех его символов по проверочным соотношениям. Результаты проверочных соотношений (синдром корректирующего кода) позволяют

обнаружить и исправить определенное число ошибок, возникших в кодовых словах. Число ошибок, исправляемых данным кодом, называется корректирующей способностью кода, которая связана с понятием минимального кодового расстояния и определяется как

$$t = \frac{d-1}{2}, \quad (1)$$

где  $t$  - корректирующая способность кода;  
 $d$  - минимальное кодовое расстояние.

Для блочных корректирующих кодов исправление ошибок заключается в вычислении синдрома, определении номеров ошибочных символов (разрядов) по синдрому и, в случае двоичных кодов, замене их на противоположные.

Пусть передавался кодовый вектор  $U$ , а на приемном конце был принят вектор  $R$ :

$$R = U + e, \quad (2)$$

где  $e$  - вектор ошибок, содержащий единицы в тех разрядах, в которых произошла ошибка, и нули в остальных. Вычисление номеров ошибочных разрядов в принятом слове заключается в вычислении номеров разрядов, содержащих единицы в векторе ошибок.

Если рассматривать информацию с пропорциональных камер как кодовое слово  $U$ , состоящее из одних нулей, а появление единиц при срабатывании проволочек как ошибки, то слово данных с камеры, где номера сработавших проволочек записаны позиционным кодом, аналогично вектору ошибок  $e$ . Следовательно, по синдрому корректирующего кода можно определить номера разрядов этого слова, содержащих единицы, т.е. определить номера сработавших проволочек. А так как разрядность синдрома корректирующего кода меньше разрядности кодового слова (в нашем специальном случае - общего числа проволочек камеры), запись в ЭВМ синдрома корректирующего кода вместо слова данных, считываемого с камеры, обеспечит сжатие массива информации с камеры.

На этом основан новый способ сжатия данных, заключающийся в том, что информация с камеры представляется в виде синдрома корректирующего кода, который затем регистрируется и записывается в память ЭВМ. Номера сработавших проволочек при этом определяются при последующей обработке синдрома. В дальнейшем под ошибками будем понимать срабатывание проволочек камеры, а под номерами ошибочных разрядов - номера сработавших проволочек.

Наиболее удобно матричное описание кодов. Некоторое множество векторов, образованное кодовыми словами  $U$  и составляющее нуле-

вое векторное пространство матрицы  $H$  есть линейный код, т.е.

$$UH^T \equiv 0. \quad (3)$$

Соотношение (3) представляет собой проверку на четность определенных символов кодового слова. Матрица  $H^T$  называется проверочной матрицей кода. Если при передаче кодового слова возникли ошибки, то принятое слово не является кодовым вектором и не удовлетворяет соотношению (3).

Синдром  $S$  принятого слова  $R$ , полученного на приемном устройстве, определяется из выражения

$$S = RH^T. \quad (4)$$

Подставляя (2) в (4) и учитывая (3), получим

$$S = (U + e)H^T = eH^T,$$

т.е. результат проверок на четность (синдром корректирующего кода) при наличии ошибок не равен нулю.

Алгебраическая теория кодирования рассматривает методы формирования кодовых слов из информационных, построения проверочной матрицы и алгоритмы исправления ошибок в кодовых словах по результатам обобщенных проверок на четность.

Если матрица  $H$  представляется в виде

$$H = \begin{pmatrix} a_1 & a_2 & a_3 & \dots & a_n \\ b_1 & b_2 & b_3 & \dots & b_n \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ m_1 & m_2 & m_3 & \dots & m_n \end{pmatrix}, \quad (5)$$

то

$$S = eH^T = e_1 \begin{pmatrix} a_1 \\ b_1 \\ \vdots \\ m_1 \end{pmatrix} + e_2 \begin{pmatrix} a_2 \\ b_2 \\ \vdots \\ m_2 \end{pmatrix} + \dots + e_n \begin{pmatrix} a_n \\ b_n \\ \vdots \\ m_n \end{pmatrix}. \quad (6)$$

Из выражения (6) видно, что с помощью кода можно исправлять все ошибки тогда и только тогда, когда все столбцы матрицы  $H^T$  отличны от нуля и друг от друга. Действительно, если какой-либо столбец этой матрицы нулевой, то ошибка, возникшая на месте этого столбца, не скажется на синдроме. В результате код не позволит обнару-

жить эту ошибку. Если же два столбца этой матрицы одинаковы, то ошибки, возникшие на местах этих столбцов, одинаково скажутся на синдроме. В результате возникнет неопределенность в точном указании местоположения ошибок.

Пусть в передаваемом кодовом слове произошла одна ошибка на  $i$ -м месте. Тогда вектор ошибок  $e$  содержит одну единицу на  $i$ -м месте и нули в остальных, а синдром равен

$$S = eH^T = e_i \begin{bmatrix} a_i \\ b_i \\ \vdots \\ m_i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_i \\ b_i \\ \vdots \\ m_i \end{bmatrix}, \quad (7)$$

т.е. синдром равен  $i$ -му столбцу матрицы  $H^T$ . Сравнивая синдром с матрицей, можно найти местоположение этой ошибки - место  $i$ -го столбца в матрице укажет положение ошибочного символа в принятом слове. Если в качестве  $i$ -го столбца матрицы  $H^T$  взять двоичное представление числа  $i$ , то для каждой одиночной ошибки синдром будет двоичным представлением номера разряда принятого слова, в котором произошла ошибка. Это обстоятельство и было использовано Р.В.Хеммингом при построении кода.

При помощи рассмотренного кода Хемминга можно исправлять только одиночные ошибки, а модифицированный циклический код Хемминга позволяет исправлять все одиночные и двойные смежные ошибки. Другие, более сложные корректирующие коды позволяют исправлять любое наперед заданное число ошибок.

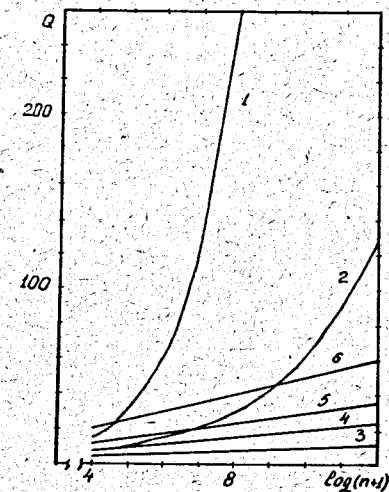
В диссертации описаны разработанные на основе корректирующих кодов блоки параллельного сжатия данных для одночастичных событий, когда срабатывают одна или две соседние проволочки, и для случаев, когда одновременно в камере может сработать до трех проволочек.

Подобные устройства могут быть использованы для быстрого отбора событий при регистрации данных в физических экспериментах.

Применение разработанных устройств параллельного сжатия данных дает:

1. Уменьшение времени работы ускорителя, необходимого для наладки канала, за счет уменьшения мертвого времени системы считывания данных и повышения скорости набора статистики.
2. Значительный выигрыш в объеме памяти ЭВМ, требуемом для набора определенной статистики.
3. Уменьшение объема регистрирующей аппаратуры.

Рис.1. Зависимость требуемого объема памяти  $Q$  для записи информации об одном событии.



На рис.1 показаны зависимости требуемого объема памяти  $Q$  для записи информации об одном событии при непосредственном (без учета сжатия) считывании данных - (1), при использовании блока сжатия на основе простого итеративного кода (2), на основе кодов БЧХ при  $t = 5$  - (6),  $t = 3$  - (5),  $t = 2$  - (4) и шифратора для одночастичных событий (3).

В третьей главе рассмотрены организация системы диагностики пучков и разработанные блоки отбора одночастичных событий и синхронизации работы системы с циклом ускорителя, отбора данных о частицах, прошедших в заданной зоне канала.

На рис.2 приведена блок-схема регистрирующей электронной аспа-

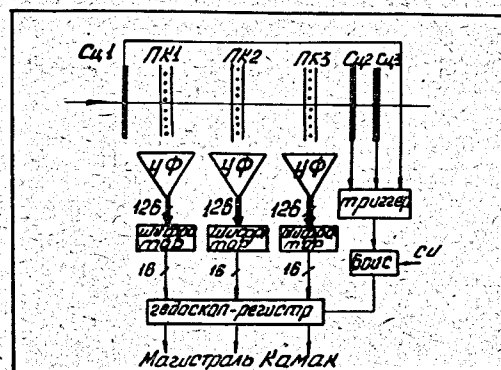


Рис.2. Блок-схема регистрирующей электронной аппаратуры пропорциональных камер.



ратуры пропорциональных камер. При прохождении частицы по каналу сигналы от сцинтилляционных счетчиков поступают через мониторную схему совпадений на блок отбора одночастичных событий. В случае одночастичного события триггер  $L$  в блоке устанавливается в состояние логической единицы, и на выходе блока формируется сигнал, стробирующий входы годоскопов. Одновременно сигнал от сработавшей проволоки пропорциональной камеры усиливается и формируется усилителем-формирователем, проходит через шифратор, в котором шифруется номер сработавшей проволоки и запоминается в годоскопе. ЭВМ, получив сигнал  $L$  из крейта, переходит в режим чтения данных с годоскопов, по окончании которого выдает сигнал сброса. После этого система снова готова к приему информации.

При наладке каналов методом тонких лучей в систему вводится блок отбора данных о частицах, прошедших в заданной зоне канала. В этом случае импульс от сработавшей в ПК-I проволоки поступает через шифратор в блок отбора, где формируется сигнал запроса в ЭВМ только в том случае, когда координата частицы, прошедшей через камеру, равна одной из заданных.

Основными узлами блока отбора данных о частицах, прошедших в заданной зоне канала, являются узел задания зон, узел сравнения, схемы формирования сигнала решения и внутреннего сброса. В узел задания зон заносится до 6 номеров проволочек камеры, задающих координаты тонких лучей в вертикальной  $Y$  и горизонтальной  $X$  плоскостях. При прохождении частицы по каналу ее координаты одновременно сравниваются в узле сравнения с номерами проволочек, занесенными в узел задания зон. При совпадении номера сработавшей проволочки с любым из заданных в узле сравнения формируются сигналы " $=X$ " или " $=Y$ " соответственно. Эти сигналы поступают на входы схемы И. Если вырабатываются оба эти сигнала, то триггер  $L$  устанавливается в состояние логической единицы. Одновременно на выход блока поступает сигнал решения и устанавливается запрет на работу узла сравнения. ЭВМ, получив сигнал запроса  $L$ , переходит в режим чтения данных. После считывания информации ЭВМ выдает команду сброса, устанавливающую блок в исходное состояние. В случае формирования только сигнала " $=X$ " или " $=Y$ " схема внутреннего сброса устанавливает узел сравнения в исходное состояние.

Узел сравнения стробируется сигналом "строб", формируемым в блоке отбора однотрековых событий.

Отбор однотрековых событий в блоке осуществляется при помощи счетчика Джонсона, состоящего из двух Д-триггеров, соответствующей логики и одновибратора ОВ2, задающего охранное время. При прохож-

дении первого мониторингового импульса срабатывает первый Д-триггер счетчика Джонсона. Если в охранный период не было других мониторинговых импульсов, то сигнал со схемы выделения среза импульса проходит на вход формирователя выходных импульсов. В противном случае срабатывает второй Д-триггер счетчика, и сигнал с выхода схемы выделения среза импульса устанавливает триггеры счетчика в исходное состояние. Разрешающее время такой схемы селектора соответствует времени срабатывания первого Д-триггера счетчика Джонсона и при использовании элементной базы I37 серии не превышает 7 нс. При необходимости разрешающее время селектора можно уменьшить. Для этого вместо счетчика Джонсона используется один Д-триггер, на Д-вход которого подается сигнал с выхода одновибратора, задающего охранный период.

Синхронизация работы схемы с циклом работы ускорителя осуществляется следующим образом. Синхроимпульс с ускорителя запускает одновибратор, формирующий импульс, длительность которого равна времени вывода пучка. По окончании этого импульса через задержку запускается одновибратор, формирующий сигнал разрешения считывания информации о токовых параметрах магнитооптических элементов канала. ЭВМ, получив сигнал с первого одновибратора, переходит в режим считывания информации с пропорциональных камер, а получив сигнал со второго - к считыванию информации о токовых параметрах.

В четвертой главе описаны процесс наладки разработанных блоков и системы в целом при работе от генератора импульсов, с радиоактивным источником и на пучке частиц.

При наладке блока отбора одночастичных событий на пучке частиц на его вход подавались импульсы с выхода мониторинговой схемы совпадений с одновременным подсчетом мониторинговых импульсов и импульсов с выхода блока при различной длительности охранного времени. Результаты измерений приведены в таблице. Там же для сравнения указаны вероятности многотрековых событий, рассчитанные по каждому измерению.

Таблица

Интен- сив- ность	Многотрековые события в процентах за время									
	500 нс		400 нс		300 нс		200 нс		100 нс	
	эсп.	теор.	эсп.	теор.	эсп.	теор.	эсп.	теор.	эсп.	теор.
$10^6$	38	43	35	40	20	25	13	15	1,3	1,0

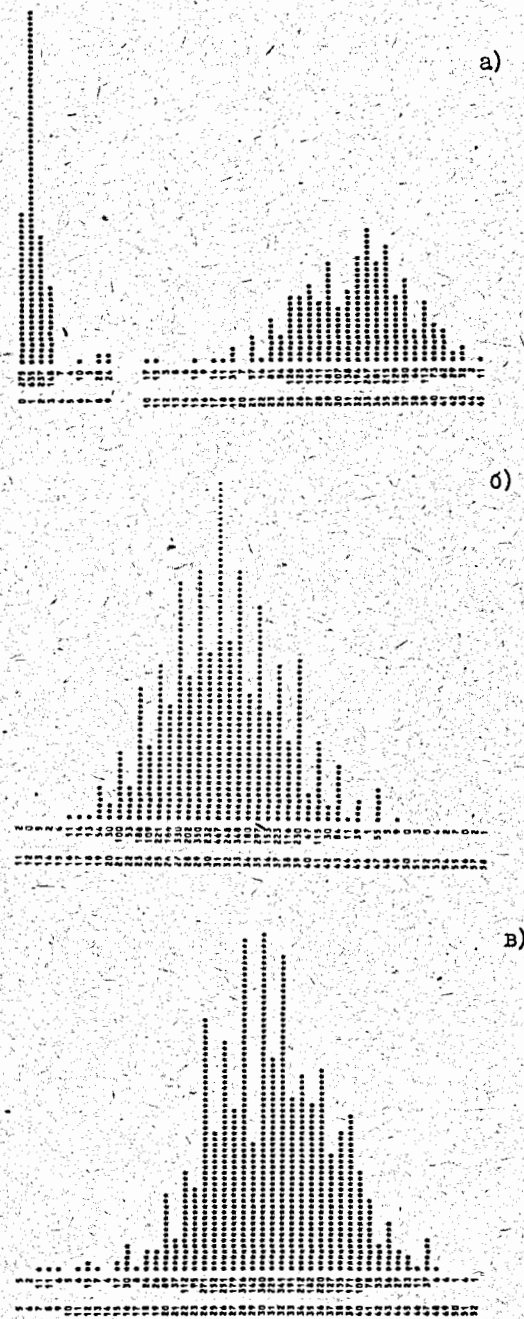
При наладке блока сжатия данных на основе кода БЧХ было измерено время преобразования. Оно составило 65 нс, разброс задержек по разрядам -  $\pm 5$  нс. Полученные кривые распределения частиц и кривая задержанных совпадений как с блоком сжатия, так и без него были практически идентичны.

В системах регистрации данных с пропорциональных камер большое значение имеют различия во времени прохождения сигналов от сработавших проволочек до триггеров регистра. Если каждой проволочке камеры соответствует свой тракт регистрации, то при фиксированных длительностях и задержке триггерного импульса увеличенный разброс задержек по каналам приведет к уменьшению эффективности регистрации данных <sup>ж)</sup>. Искажений номеров сработавших проволочек при этом не будет. В случае же включения блоков сжатия данных между усилителями-формирователями и одновибраторами задержки происходит обратное - эффективность регистрации сохраняется, но возможна искаженная запись номера сработавшей проволоочки. Это происходит за счет того, что при увеличенном разбросе задержек по разрядам какие-то разряды, составляющие номер сработавшей проволоочки, не смогут быть записаны в регистре. В связи с этим при наладке системы регистрации данных с камеры через шифратор для одночастичных событий были подобраны определенным образом задержки по разрядам. Так, задержка младшего разряда была выбрана минимальной, задержка старшего - максимальной, а задержка контрольного бита больше минимальной и меньше максимальной. При этом, во-первых, все искажения информации сопровождаются нарушениями четности, а во-вторых, при задержке триггерного сигнала больше или меньше оптимальной вместо кодов нечетных номеров сработавших проволочек соответственно регистрируются четные или не регистрируются коды больших номеров сработавших проволочек камеры. На рис.3 а,б,в приведены гистограммы, полученные при задержке триггерного сигнала меньше оптимальной (а), оптимальной (б) и больше оптимальной (в). Пики на нечетных номерах сработавших проволочек при оптимальной задержке объясняются тем, что в случае кластера регистрируется номер нечетной из сработавших проволочек.

На рис.4 приведена гистограмма, полученная при расположении камеры под углом к пучку. Число кластеров в этом случае возросло с 10% до 69%. На рис.5 показано распределение кластеров. Практически полное отсутствие информации на четных номерах проволочек на послед-

<sup>ж)</sup> Эффективными здесь и далее считаются все случаи регистрации факта срабатывания камеры.

Рис.3. Гистограммы при задержке триггерного сигнала меньше оптимальной (а), оптимальной (б) и больше оптимальной (в).



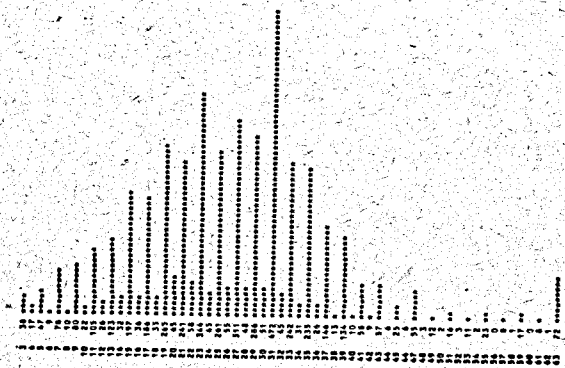


Рис.4. Гистограмма, полученная при расположении камеры под углом к пучку.

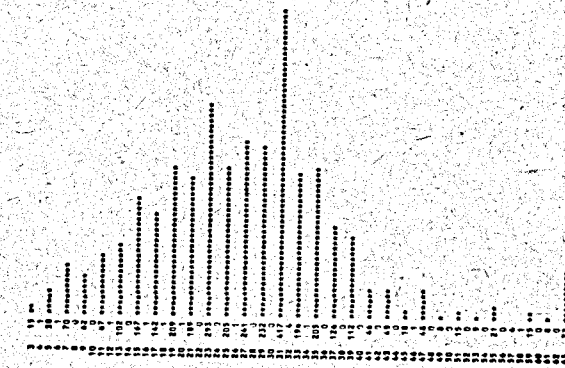


Рис.5. Распределение кластеров.

ней гистограмме подтверждает правильность работы схемы в случае одновременного срабатывания двух соседних проволок.

Распределения частиц пучка, полученные в контрольных экспериментах с шифратором и без шифратора, были практически идентичны.

При наладке блока отбора данных о частицах, прошедших в заданной зоне канала, в узел задания зон заносились разные номера проволок. По данным, считанным с блока, строились гистограммы. Отсутствие незаданных номеров проволок в полученных гистограммах, а также равенство показаний двоичного счетчика, подключенного к выходу

блока, объему набранной статистики свидетельствуют о работе блока без просчетов и ошибок.

В последнем разделе четвертой главы приводятся информационные возможности автоматизированной системы диагностики пучков с использованием данных, полученных при наладке различных каналов транспортировки пучков частиц.

Основные результаты работ, положенных в основу диссертации, сводятся к следующему:

1. Исследована возможность применения алгебраической теории кодирования для сжатия данных с пропорциональных камер и предложен новый способ сжатия данных на этой основе. Способ позволяет разрабатывать устройства параллельного сжатия данных при одновременном срабатывании большого числа проволок.

2. Разработан и создан ряд устройств параллельного сжатия данных с пропорциональных камер; четыре устройства признаны изобретениями.

3. Разработан и создан блок отбора одноканальных событий и синхронизации с меньшим разрешающим временем, чем у известных. Охранное время "до" и "после" прохождения частицы в блоке задается одним одновибратором. Блок отбора одноканальных событий признан изобретением.

4. Разработан и создан блок отбора данных о частицах, прошедших в заданной зоне канала.

5. Разработана и создана аппаратура автоматизированной системы оперативной диагностики пучков частиц синхрофазотрона ЛВЭ ОИЯИ.

#### Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Никитюк Н.М., Раджабов Р.С., Шафранов М.Д. Новый способ регистрации информации с координатных пропорциональных камер. Препринт ОИЯИ Р13-10689, Дубна, 1977; Nucl. Instr. and Methods, vol.155, No.3, 1978, p.485.
2. Никитюк Н.М., Раджабов Р.С., Шафранов М.Д. Блок параллельного кодирования информации с многопроволочных пропорциональных камер. Препринт ОИЯИ 13-10690, Дубна, 1977. Приборы и техника эксперимента № 4, 1978, с.95.
3. Гайдамака Р.И., Раджабов Р.С. Программа обработки данных с помощью блока параллельного кодирования информации с пропорциональных камер. Сообщение ОИЯИ 10-11088, Дубна, 1977.



4. Раджабов Р.С. Шифратор для пропорциональных камер. Препринт ОИЯИ I3-II647, Дубна, 1978; Приборы и техника эксперимента № 6, 1979, с.64.
5. Кириллов А.Д., Никитюк Н.М., Раджабов Р.С. и др. Регистрирующая электроника пропорциональных камер системы настройки и контроля каналов выведенных пучков. Препринт ОИЯИ I3-II586, Дубна, 1978.
6. Никитюк Н.М., Раджабов Р.С. и др. Система кодирования и программа обработки информации для пропорциональных камер. Препринт ОИЯИ I3-II587, Дубна, 1978.
7. Раджабов Р.С. Блок отбора одnoreковых событий и синхронизации работы системы настройки и контроля каналов пучков частиц. Препринт ОИЯИ I3-I2033, Дубна, 1978.
8. Даматов Я.М., Кириллов А.Д., ..., Раджабов Р.С. и др. Система настройки и контроля каналов параметров пучков частиц на базе ЭВМ ЕС-1010. Препринт ОИЯИ I3-II852, Дубна, 1978.
9. Даматов Я.М., Кукушкина Р.И., Раджабов Р.С. и др. Программное обеспечение системы настройки и контроля каналов транспортировки частиц. Препринт ОИЯИ II-I2682, Дубна, 1979.
10. Никитюк Н.М., Раджабов Р.С., Шафранов М.Д. Устройство считывания информации с координатных пропорциональных камер. Авторское свидетельство № 602894 от 01.06.76, ОИПОТЗ № I4, 1978, с.171.
11. Никитюк Н.М., Раджабов Р.С. Устройство для считывания информации с датчиков. Авторское свидетельство № 628483 от 08.07.76, ОИПОТЗ № 38, 1978, с.165.
12. Никитюк Н.М., Раджабов Р.С., Шафранов М.Д. Устройство для считывания информации с координатных пропорциональных камер. Авторское свидетельство № 705480 от 14.04.77, ОИПОТЗ, № 47, 1979, с.224.
13. Никитюк Н.М., Раджабов Р.С. Устройство считывания информации с координатной камеры. Авторское свидетельство № 890292, от 02.11.79, ОИПОТЗ № 46, 1982, с.239.
14. Закиров Т.А., Раджабов Р.С. Селектор временных наложений импульсов. Авторское свидетельство № II04663, от 29.12.82, ОИ № 27, 1984, с.194.

Рукопись поступила в издательский отдел  
II февраля 1985 года