

Г-927

10-82-577

ТХАЙ ЛЕ ТХАНГ

**МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
СИСТЕМЫ ИЗМЕРЕНИЯ СНИМКОВ
С ТРЕКОВЫХ КАМЕР НА БАЗЕ СПЕЦПРОЦЕССОРА
И СКАНИРУЮЩЕГО АВТОМАТА НРД ОИЯИ**

**Специальность 01.01.10 – математическое обеспечение
вычислительных машин и систем**

**Автореферат диссертации на соискание ученой степени
кандидата физико-математических наук**

Работа выполнена в Объединенном институте ядерных исследований

Научные руководители:

доктор физико-математических наук
член-корреспондент АН СССР
профессор

Н.Н.ГОВОРУН

кандидат физико-математических наук

Н.Д.ДИКУСАР

Официальные оппоненты:

доктор технических наук
профессор

В.И.КУЛЯ

кандидат физико-математических наук

С.Г.НИКИТИН

Ведущее научно-исследовательское учреждение:

Московский государственный университет им.М.В.Ломоносова

Автореферат разослан "13" 9 1982 г.

Защита диссертации состоится "14" 10 1982 г. в "13" ч.
на заседании Специализированного совета Д.047.01.04 при Лаборатории
вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, г. Дубна, Московская
область.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета
кандидат физико-математических наук

У.В.2
Э.М.ИВАНЧЕНКО

Актуальность. Современные трековые детекторы широко используются для исследования процессов, происходящих при взаимодействии частиц высоких энергий с веществом. Ежегодно с помощью этих установок получают огромное число стереофотографий с зарегистрированными на них следами различного рода ядерных взаимодействий.

Для измерения и анализа этих данных на базе ЭВМ и прецизионных сканирующих автоматов были созданы и продолжают развиваться различные системы обработки filmовой информации.

Однако характерная для процесса обработки камерных фотографий многоотупенчатость и гигантский объем данных (до $6 \cdot 10^5$ байтов с одного снимка и $\sim 10^6$ снимков с одного эксперимента) приводят к большому затрате денежных и людских ресурсов и значительному разрыву в сроках между получением первоначальных экспериментальных данных и окончательных физикоэконых результатов всего эксперимента.

Наиболее трудоемким этапом в цепочке обработки filmовой информации является первичная фаза - фаза обмера событий. Само измерение в большинстве случаев связано с большими затратами ручного труда и времени счета на ЭВМ. Так, по приблизительным оценкам, из всего времени, затрачиваемого на весь процесс обработки, значительная его часть ($\sim 60-80\%$) приходится на этапы сканирования, распознавания элементов изображения и фильтрации данных снимка.

В связи с этим создание высокоэффективных автоматизированных систем для массовых измерений снимков, получаемых в ходе экспериментов на различных трековых детекторах, является весьма актуальной задачей.

Однако повышение степени автоматизации системы в общем случае требует значительных дополнительных ресурсов времени центрального процессора ЭВМ^{x)}, что не всегда возможно, особенно когда требуется провести обработку данных в реальное время сканирования. Проблема становится острой, в частности, для центров filmовой обработки с ограниченными вычислительными мощностями.

Одним из эффективных способов разрешения этого несоответствия между растущими требованиями задачи обработки и ограниченными вычислительными ресурсами существующих ЭВМ является использование спецпроцессоров наряду с ЭВМ в системе обработки физической информации. Такое направление оказалось перспективным и в последние годы получило бурное развитие.

x) In Proc. 1970 int. conf. data handling system in High Energy Physics (Cambridge, England), CERN 70-21, v. 11, p. 761-807, June 1970.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
БИБЛИОТЕКА

Так, например, в настоящее время ведущие лаборатории мира широко применяют специализированные средства в системах обработки и в экспериментах по физике высоких энергий^{x, xx}. В частности, спецпроцессоры используются в таких системах, как SATR, ERASME (ЦЕРН), PETRA, BRUSH (ФРГ), LASS (США), в ИТЭФ (СССР) и др.

В соответствии с планом по дальнейшему усовершенствованию и развитию производительности измерительного комплекса НРД в ОИЯИ интенсивно ведутся разработки программных и технических средств для расширения возможности измерительного комплекса НРД и улучшения его эксплуатационных характеристик.

Значительным прогрессом в этом направлении является включение в систему специализированного процессора SHP^{xxx}). Спецпроцессор SHP за счет параллельного выполнения нескольких операций в реальном масштабе времени преобразует точечные данные, поступающие из НРД при сканировании снимков, в кусочно-линейные трековые элементы.

С оснащением системы НРД ОИЯИ спецпроцессором появилась необходимость в разработке и создании нового варианта математического обеспечения, которое реализует более высокий уровень автоматизации и позволяет повысить производительность системы обработки трековых камер, сократить сроки обработки большого экспериментального материала и приблизить время получения основных физических результатов.

Цель работы. Перед автором была поставлена задача разработки и создания математического обеспечения на базе использования специализированного процессора в сканирующей системе для реализации технологического процесса по измерению и обработке стереоснимков с таких трековых детекторов, как пузырьковые камеры, магнитные искровые спектрометры. Отличительной чертой при создании подобного математического обеспечения является решение проблем, связанных с особенностями и спецификой использования самого спецпроцессора: а) Проблема организации взаимодействия между спецпроцессором и системой (функция управления); б) Проблема обеспечения и контроля надежности функционирования системы в целом и спецпроцессора в отдельности (функция тестирования); в) Проблема выбора оптимального режима спецпроцессора

x) In: Proceeding of the 1974 CERN school of Computing Godoyound, Norway 1974, p. 223-363, p. 367-393.

xx) In: Computer Physics Communications, 1981, v. 22, N 2,3; p. 149-157, p. 349-352.

xxx) Bacilieri P. et al. Hardware Processor for data reduction task in the field of experimental High Energy Nuclear Physics. Nucl. Instr. and Methods, 1976, v. 135, p. 427-433.

для обработки заданного класса снимков (функция настройки); г) Проблема разработки эффективных алгоритмов обработки кусочно-линейных трековых элементов (функция обработки).

Повышение производительности и расширение функциональных возможностей измерительной системы за счет использования спецпроцессора зависит, прежде всего, от согласованной параметрической настройки всех компонент системы: сканирующего автомата, алгоритма спецпроцессора и программного обеспечения с учетом конкретных особенностей обрабатываемых изображений.

Научная новизна. Научная новизна состоит в создании математического обеспечения измерительной системы на базе сканирующего автомата НРД ОИЯИ и спецпроцессора SHP для проведения массовых измерений снимков с магнитного искрового спектрометра в реальном времени сканирования. На основе этой системы был создан комплекс программ, осуществляющий этап предфильтрации снимков с жидководородных пузырьковых камер ОИЯИ в режиме минимального управления. Несмотря на существующий опыт применения спецпроцессоров в системах обработки физической информации, создание новой системы математического обеспечения связано с новыми конкретными объективными трудностями, обусловленными различием требований эксперимента, особенностью технического обеспечения и другими факторами.

Для достижения поставленной выше цели при создании математического обеспечения были разработаны и реализованы в составе системы оригинальные алгоритмы и методики, которые представляют самостоятельный интерес и могут быть полезны разработчикам аналогичных систем. К ним относится разработанная методика для исследования поведения алгоритма спецпроцессора SHP в зависимости от выбора его параметров при обработке снимков с трековых камер. Выведенные при этом формулы и предложенная схема исследования носят общий характер и могут быть использованы при создании систем обработки на основе спецпроцессоров в других экспериментах, в том числе экспериментах, использующих бесфильмовый способ регистрации данных и т.п. Предложена и реализована в рамках системы многоцелевая он-лайн схема обработки фильмовых данных с использованием спецпроцессора на базе сканирующего автомата и ЭВМ среднего класса. Наличие возможности программной настройки схемы на данную конфигурацию используемых устройств (НРД, SHP, магнитофон, дисплей); программ (обработка, монитор, тесты и др.) и типов данных (отсчеты НРД, трековые сегменты, результаты обработки) обеспечивает достаточно простую настройку системы на заданный режим работы, придает гибкость системе и позволяет использовать ее функциональные возможности для промежуточных исследований,

в том числе в случае снимков с любыми контурными изображениями.

Предложена и реализована методика предварительной фильтрации данных SHP для снимков с пузырьковых камер, в основе которой положен разработанный автором быстрый алгоритм селективного фильтра. Применение этого алгоритма на этапе предварительной фильтрации в системе минимального управления дает 3-4-кратное сокращение данных и в 4-8 раз ускоряет последующий процесс фильтрации событий.

При создании математического обеспечения учтены основные принципы системного программирования, такие, как модульность, мобильность, расширяемость, а также современные достижения в области программного обеспечения диалоговых систем и др.

Реализация. Созданное математическое обеспечение было успешно опробовано при массовом измерении снимков о МИС ОИЯИ и в ходе методического эксперимента по обмеру снимков с жидководородных пузырьковых камер ОИЯИ. Полученные при этом результаты подтверждают высокие эксплуатационные характеристики созданного математического обеспечения, которые находятся на уровне характеристик, полученных в аналогичных зарубежных системах.

Практическая ценность. Практическим результатом работ, положенных в основу диссертации, является математическое обеспечение системы измерения снимков с трековых камер на базе спецпроцессора и сканирующего автомата SHP ОИЯИ. Хотя все разработки нацелены на задачу обработки фотоснимков в экспериментах по физике высоких энергий, они могут быть использованы в других областях научных исследований, имеющих дело с проблемой пленочной обработки.

Содержание. В диссертации излагаются основные результаты исследований и разработок, выполненных автором на протяжении последних 5-6 лет. Диссертация состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы.

В первой главе дается краткий обзор проблем использования спецпроцессоров для задачи обработки физической информации. Анализируются круг задач, успешно решаемых с помощью спецпроцессора; систематизируются общие требования к спецпроцессору. Приводятся примеры применения спецпроцессоров в различных задачах в области физики высоких энергий. Рассматриваются наиболее распространенные алгоритмы, используемые при построении спецпроцессоров для предварительной обработки данных с трековых детекторов. Подробно приводится алгоритм программы, моделирующей работу спецпроцессора SHP, используемого в сканирующей системе ОИЯИ; кратко рассмотрены особенности математического обеспечения системы с применением спецпроцессора типа SHP.

В заключении к главе отмечается перспективность направления применения спецпроцессоров в системах обработки физической информации.

Во второй главе приведены основные характеристики и структура измерительной системы SHP ОИЯИ. В этой главе достаточно подробно рассмотрены особенности работы спецпроцессора SHP, обсуждаются вопросы разработки методики контроля его работы. Даны описание и характеристики комплекса тестовых программ (рис. 1). Этот комплекс был создан для оперативной проверки функциональных блоков измерительной системы на различных уровнях обработки. Приведена схема глобального контроля системы сканирующий автомат - спецпроцессор - ЭВМ. Для удобства отладки и контроля нестройки системы в комплекс тестовых программ включена программа, имитирующая работу блоков обработки спецпроцессора. Комплекс тестовых программ работает автономно и используется в основном перед началом измерений или при неладке SHP. Ряд тестовых программ включен также в основное математическое обеспечение системы, что позволяет оперативно выполнять диагностику сбоев без осуществления перезагрузки программ.

Разработке методики для проведения исследования работы алгоритма спецпроцессора SHP в зависимости от выбора его параметров при обработке снимков с трековых камер посвящена третья глава диссертации.

Оптимальный выбор рабочих параметров спецпроцессора является весьма важной практической задачей, которая наряду с калибровкой автомата и тестами обеспечивает эффективную работу измерительной системы. Важно при этом найти оптимальные размеры самого трекового элемента, которые в большой степени зависят от выбора параметров сканирования l и l' - шага развертки и уровня дискриминации отсчетного сигнала^{х)}.

Особые случаи возникают, если измеряются треки малой длины (< 1 мм). При обработке коротких треков возникает условие, из-за которых происходят потери отдельных точек (отсчетов) на концах треков, что может привести либо к потере трека вообще, либо к снижению точности обработки. В этом случае для сохранения результата необходимо запоминать не только трековые элементы, но и их концевые точки. Такой режим использования спецпроцессора является неэффективным и приводит, кроме того, к усложнению алгоритмов последующей обработки.

Характерным примером коротких треков являются следы искр на снимках с искровых камер и магнитных искровых спектрометров, а также изображения плеч реперных меток и т.п. Частые разрывы треков характерны и для событий, регистрируемых в стримерных камерах.

^{х)} Странд Р., ТИИЭР, 1972, т. 60, № 10, "Мир", М., 1972, с. 13.

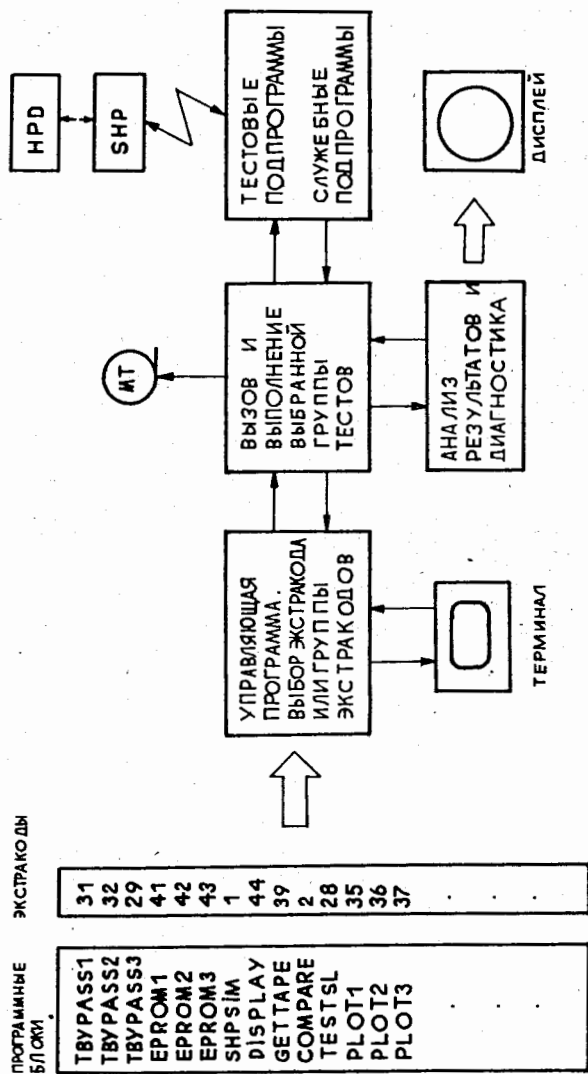


Рис. 1.

Сущность предлагаемой автором методики заключается в том, что качество параметрической настройки спецпроцессора и эффективность обработки по алгоритму спецпроцессора определяются на основе анализа его выходных данных с помощью функции оценки эффективности настройки алгоритма спецпроцессора, заданной в виде произведения вычисляемых оценок:

$$R_{\text{опт}} = \prod_{i=1}^n \tau_i, \quad 0 < \tau_i < 1, \quad (1)$$

где

а) τ_1 - оценка потерь концевых точек трека

$$\tau_1 = 1 - \frac{1}{N(T-1)} \sum_{j=1}^{N_0} \delta_j, \quad (2)$$

N - объем выборки, T - порог образования трек-элемента по алгоритму, δ_j - величина, определяющая число отсчетов, потерянных на j -ом трек-элементе, N_0 - число трек-элементов, для которых $\delta_j > 0$.

б) τ_2 - оценка эффекта сжатия информации

$$\tau_2 = \frac{\bar{n}_x - 1}{n_{\text{max}} - 1}; \quad \bar{n}_x = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N n_{xj}; \quad n_{xj} = \frac{x_n - x_1}{h} + 1, \quad (3)$$

x_n - x - координат n -ого отсчета трек-элемента; h - шаг развертки, n_{max} - максимально возможное число отсчетов в трек-элементе при фиксированном T (порог) и τ (длина слайса).

в) τ_3 - оценка эффекта слежения по треку

$$\tau_3 = \frac{L - \bar{n}}{L}; \quad \bar{n} \leq L \leq L_*, \quad \bar{n} = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^N n_j,$$

$$L = \left(\sum_{i=1}^m Q_i \right)^{-1} \sum_{m=1}^m \sum_{j=1}^{Q_m} \sum_{k=1}^m n_{kj}; \quad L_* = \frac{1}{2} \left(1 + \left(\sum_{i=1}^m Q_i \right)^{-1} \sum_{i=1}^m Q_i^2 \right) \bar{n}; \quad (4)$$

n_j - число отсчетов на j -ом трек-элементе, L - средняя длина слежения, выраженная в числе отсчетов, Q_m - частота длины слежения, L_* - предельное значение L (соответствует идеальному случаю).

При обработке коротких треков для соответствующих T , τ и т.д., эффект слежения будет минимальным, так как $L \approx \bar{n}$ (отождествление трек-элемента с самим треком). В этом случае оценка эффекта распознавания коротких треков вычисляется по следующей формуле:

$$\tau_{3к} = 1 - \tau_3; \quad (5)$$

г) τ_4 - оценка сокращения объема данных:

$$\tau_4 = 1 - \frac{3N_{T_2}}{\sum_{j=1}^{N_{SF}} (n_j + 3)} ; \quad (6)$$

д) τ_5 - контроль точности обработки:

$$\tau_5 = 1 - E\left(\frac{\bar{b}_y}{b_{max}}\right) ; \quad E(X) - \text{целая часть,}$$

$$\bar{b}_y = \left[\left(\sum_{j=1}^N n_j \right)^{-1} \sum_{j=1}^N \sum_{i=1}^{n_j} \Delta_{ij}^2 \right] ;$$

$$\Delta_{ij}^2 = (y_{ij}^3 - y_{ij}^1)^2 ; \quad y_{ij}^1 = \frac{S_j}{h} (x_{ij}^1 - x_{oj}) + y_{oj} ; \quad (7)$$

i - индекс точки, j - индекс трек-элемента; S_j , x_{oj} , y_{oj} , n_j - параметры j -ого трек-элемента.

Для вычисления $R_{эфф}$ по (I) с использованием оценок (2)-(7) брались измерения реальных снимков с трех различных трек-установок: магнитного искрового спектрометра (МИС), спектрометра со струйной камерой (РИСК) и однометровой жидководородной пузырьковой камеры (ЖВПК-1).

В конце главы приведены примеры экспериментальных кривых $R_{эфф}$, τ_i , b_y^{-1} , полученных в зависимости от T и ζ .

В четвертой главе рассматривается математическое обеспечение сканирующей системы с использованием спецпроцессора для обработки данных снимков с МИС.

В основу созданного математического обеспечения положена многоцелевая он-лайн схема обработки данных, которая разработана с учетом особенностей измерительной системы SHP-HPD-CDC1604A. Наличие возможности программной настройки схемы позволяет гибко использовать ее функциональные возможности. Отличительной чертой настоящего математического обеспечения является возможность полного совмещения двух этапов сканирования и фильтрации, благодаря чему производительность системы значительно возрастает, и суммарное время обработки одного снимка в этом случае зависит фактически лишь от скорости сканирования автомата.

В этой же главе рассматриваются также особенности реализации алгоритмов обработки выходных данных спецпроцессора, методика оперативного контроля результата обработки во время измерения. Основное внимание при создании этих программ уделялось надежности и скорости их работы с учетом использования режима разделения времени между обра-

боткой и сканированием. В результате были получены следующие характеристики: время поиска служебной информации на кадре составляет 0,25 с, поиск пятидесяти реперов выполняется за 4,5-5 с, в общее время фильтрации всего кадра заканчивается одновременно с завершением его сканирования на HPD и составляет около 9 с.

Особое место при создании математического обеспечения было уделено созданию программ для работы с техническими средствами диалога (графический и алфавитно-цифровой дисплей и т.д.), в результате стало возможно построение гибких алгоритмов, допускающих эффективное участие человека на разных уровнях обработки изображений. Общая блок-схема организации программного обеспечения измерительной системы с использованием специализированного процессора для обработки снимков искрового спектрометра ОИИИ показана на рис. 2.

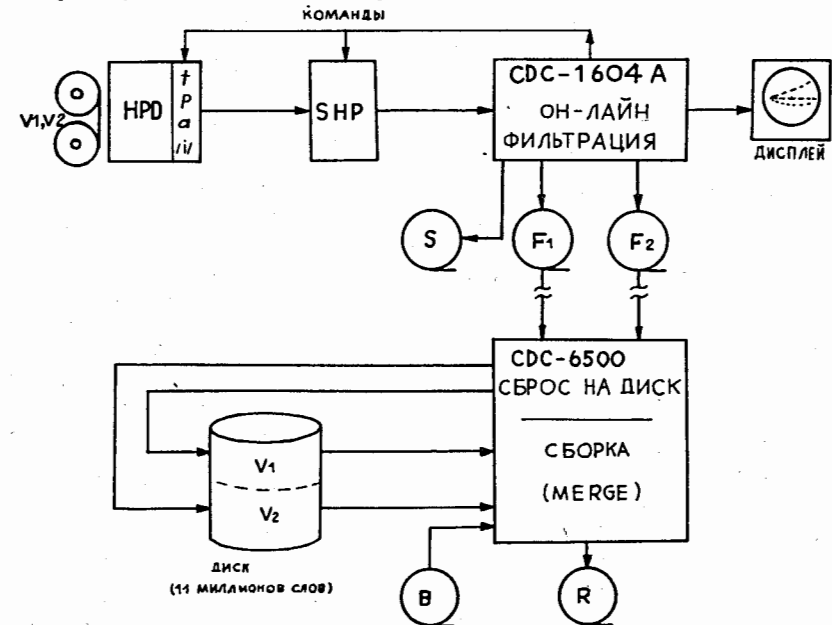


Рис. 2.

В конце 4-й главы приводятся результаты, полученные при эксплуатации системы.

В начале 5-й главы проводится краткий анализ особенностей и ограничений существующего математического обеспечения HPD ОИИИ для обработки снимков с пузырьковых камер, в котором программа ЭВМ использует так называемые цифровые маски треков, измеряемые операторами-просмотрщиками на просмотрно-измерительных столах БИС-2 для каждой про-

екции событий (система с наведением на треки - Road Guidance (RG)). Далее обсуждается проблема разработки и создания математического обеспечения НРД второго поколения с машиннонезависимым пакетом программ для обработки фотоснимков с трековых детекторов в режиме минимального управления - Minimum Guidance (с точечным или зонным целеуказанием вершин взаимодействий), ориентирующегося на использование возможностей специализированного процессора SHP .

В третьем параграфе этой главы излагается быстрый алгоритм селективного фильтра, лежащий в основе созданного пакета программных модулей, осуществляющего этап предварительной фильтрации событий. На языке исходных данных этот алгоритм можно формулировать следующим образом. Пусть даны координаты вершин (X_v, Y_v) и параметры трекового элемента TE $(X_{T_2}, Y_{T_2}, U_{T_2}, \dots)$ (см. рис.3)

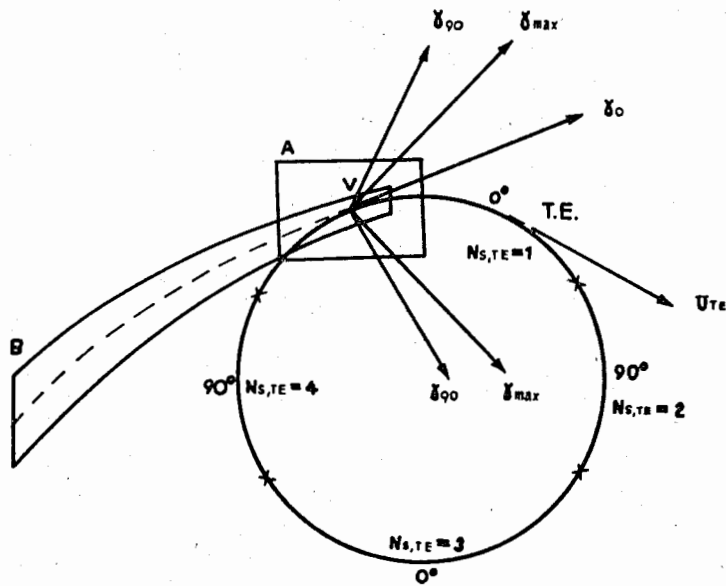


Рис.3. Модель кругового трека. V - вершина события; A - зона вершины;

B - зона пучкового трека; $N_{s,TE}$ - порядковые номера сегментов кругового трека, порожденного треком-элементом (TE) и вершиной V ; δ_{90} - предельный угол трека, допускающий использование моды сканирования 0° ; δ_{max} - предельный угол выходе вторичных треков из вершины; δ_0 - угол касательной к круговому треку в точке вершины.

Определим $\{\Gamma_i\}$ и $\{\delta_i\}$ таким образом:

$$\Gamma_i = 2\varphi - FU_{T_2} + 2\pi n_i ; \delta_i = 2\varphi - FU_{T_2} + \pi m_i$$

$$\varphi = \arctg(\mathcal{M}(Y_{T_2} - Y_v) / (X_{T_2} - X_v)). \quad (8)$$

Выбираем такие n_0 и m_0 , при которых удовлетворяются следующие условия:

$$\begin{aligned} \Gamma_0 &\in [0, 2\pi], \\ \delta_0 &\in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right]. \end{aligned} \quad (9)$$

Тогда условие исключения трека-элемента (классификация как шум) будет:

$$\left(\frac{\pi}{2} < \Gamma_0 < \frac{3\pi}{2}\right) \vee (\delta_0 > \delta_{90}) \vee (\delta_0 > \delta_{max}) = 1, \quad (10)$$

где \mathcal{M} - коэффициент, зависящий от калибровочных констант оптической системы НРД и скважности раstra, F - цена инструментального отсчета угла TЭ, U_{TE} - наклон в инструментальных единицах измерения, n_i, m_i - произвольные целые числа.

Решающее правило (10) вытекает из ограничений, существующих при обработке снимков ЖВПК ОИЯИ (обрезание трека происходит в некоторой точке, где азимутальный угол при движении от вершины изменяется на $90-180^\circ$ по сравнению с начальным значением).

В конце главы рассматривается особенность программной реализации системы MGSATE, приводятся результаты методического исследования при сканировании фотоснимков с однометровой ЖВПК ОИЯИ.

В последнем разделе 5-й главы приводятся результаты исследования возможности применения спецпроцессора SHP, спроектированного для системы фильмовой обработки, в системе бесфильмового съема информации с установки РИСК.

В заключении формулируются результаты диссертационной работы.

Основным результатом, полученным в диссертации, является разработка и создание математического обеспечения действующей измерительной системы на базе сканирующего автомата НРД и спецпроцессора SHP для проведения массовой обработки снимков с магнитного искрового спектрометра. На основе этого математического обеспечения был создан комплекс программ, ориентированный на обработку данных с пучковых камер на этапе, предшествующем фильтрации для системы минимального управления.

Структура созданной системы не привязана к конкретным экспериментом и сравнительно легко может быть перестроена на новые условия эксперимента.

Применение модульного принципа программирования с открытой структурой организации, возможность диалога с оператором посредством терминала на уровне макрокоманд, гибкая схема управления объемом информации и др. позволяют легко генерировать различные версии системы, расширять существующую систему путем добавления новых программных блоков.

В ходе работы по созданию этих систем автором были решены следующие задачи, имеющие самостоятельный интерес.

1. Предложена методика для исследования работы алгоритма спецпроцессора SHP при обработке снимков с трековых детекторов в зависимости от значений его параметров. На основе этой методики создан комплекс программ, предназначенный для проведения экспериментального исследования зависимости эффективности обработки трековой информации от выбора параметров спецпроцессора.

Выведенные формулы и предложенная схема исследований носят общий характер и могут быть использованы при создании систем обработки на основе спецпроцессоров в других экспериментах.

2. Предложена методика контроля спецпроцессора и создан автономный комплекс тестовых программ, в том числе и дисплейные программы для визуального наблюдения прохождения данных, который используется для проверки работоспособности SHP.

Комплекс может быть включен как составляющий элемент в другие математические обеспечения системы HFD для обеспечения оперативного контроля спецпроцессора.

3. Разработаны и реализованы алгоритмы распознавания элементов изображений снимков с искрового спектрометра МИС ОИЯИ и с однодвухметровых водородных камер с учетом особенностей данных спецпроцессора SHP.

4. Создана многоцелевая он-лайн схема организации обработки данных на базе спецпроцессора SHP, сканирующего автомата HFD и ЭВМ среднего класса, с помощью которой удалось осуществить фильтрацию событий с МИС ОИЯИ в реальном масштабе времени сканирования.

Сравнение характеристик двух систем (с применением спецпроцессора и без него) показало, что эксплуатация системы с применением SHP в массовом измерении и обработке снимков с МИС ОИЯИ позволила:

а) сократить до минимума время обмера одного снимка, обусловленное только скоростью сканирования снимка на автомате (~ II с), тем самым полностью ликвидировать весьма длительный временной промежуток между этапами сканирования и фильтрации;

б) практически отказаться от использования магнитных лент для хранения промежуточных данных, сократив в 10 раз общее количество лент;

в) отказаться от использования ресурсов времени для фильтрации событий; сократить примерно в 3 раза время полного цикла измерения и обработки одного события на CDC-1604A, доводя скорость обмера снимков с МИС ОИЯИ до 170-180 соб/час;

г) исключить необходимость операторной работы на этапе фильтрации и др.

5. Реализован на CDC-6500 комплекс программ, осуществляющий окончательную подготовку данных для событий с искрового спектрометра МИС ОИЯИ.

6. Предложен эффективный и быстрый алгоритм для селективного отбора трековых элементов, который лежит в основе созданной системы MGGATE, осуществляющей этап предфильтрации снимков с пузырьковых камер в режиме минимального управления (с использованием минимальной априорной информации об измеряемых событиях).

Реализация этапа предфильтрации дает 3-4-кратное сокращение данных и в 4-8 раз ускоряет процесс фильтрации на ЭВМ CDC-6500.

7. Проведено исследование по применению спецпроцессора SHP в системе бесфильмового съема информации с установки РИСК. Показана возможность использования SHP для предварительной обработки реальной информации бесфильмового съема, при этом SHP дает результат, сравнимый с результатом, полученным с помощью модели процессора АСД^х, специально предложенного для использования в этой задаче.

Следует отметить, что кроме нескольких программ нижнего уровня, связанных с особенностями данной измерительной системы (программы управления каналами передачи данных, спецпроцессором и HFD), написанных на ассемблере машины CDC-1604A, большинство программ (~ 98%) реализовано на алгоритмическом языке Фортран, подчиняясь модульному и структурному принципу программирования. Поэтому вопрос о переводе систем на другую машину не представляет особых трудностей.

Апробация. Основные результаты, изложенные в диссертации, докладывались на международной школе по вопросам применения ЭВМ в физическом эксперименте (Алушта, Ю.1981), на семинарах ЛВТА и ЛЯИ и опубликованы в виде сообщений ОИЯИ.

Содержание диссертации изложено в работах:

I. Дикусар Н.Д., Тхай Ле Тханг, Херьязов М.Р. Программа обработки данных в реальное время измерения снимков с МИС на сканирующем автомате HFD. Дубна, 1979, II с., сообщение ОИЯИ, P10-I2728.

х) Байда И. и др. ОИЯИ, БИ-10-82-II9, Дубна, 1982.

2. Дикусар Н.Д., Тхай Ле Тханг, Харьязов М.Р. Фильтрация и сборка событий с МИС на CDC-6500. Дубна, 1979, 9 с. Сообщение ОИАИ, P10-12729.
3. Мороз В.И., Ружичка Я. Тхай Ле Тханг, Халкин А.В. Об использовании графического дисплея при обработке камерных снимков на CDC-1604A. Дубна, 1980, 12 с. Сообщение ОИАИ, P10-13026.
4. Волжов А.Д., Дикусар Н.Д., Мороз В.И., Тхай Ле Тханг. Комплекс тестовых программ для спецпроцессора в сканирующей системе НРД ОИАИ. Дубна, 1981, 12 с. Сообщение ОИАИ, IO-81-390.
5. Говорун Н.Н., Дикусар Н.Д., Тхай Ле Тханг. Математическое обеспечение сканирующей системы НРД с использованием спецпроцессора для обработки данных с магнитных искровых спектрометров. Дубна, 1981, 12 с. Сообщение ОИАИ, IO-81-389.
6. Говорун Н.Н., Дикусар Н.Д., Тхай Ле Тханг. О параметрической настройке спецпроцессора. Дубна, 1982, 16 с. Сообщение ОИАИ IO-82-295.
7. Ососков Г.А., Турзове М., Тхай Ле Тханг. Сравнительные характеристики программных имитаторов SNR и АСД при съеме данных бесфильмового съема информации. Дубна, 1982, 12 с. Сообщение ОИАИ P10-82-237.
8. Ананьева М.А., Бачильери П., Гальперин А.Г., Говорун Н.Н., Децко В.С., Дикорето М., Дикусар Н.Д., Зеймидорова О.А., Иваньшин Ю.И. Кюттла Э., Лаурикэйнен П., Луизетто М., Лыткин Л.К., Мазетти М., Мороз В.И., Пеломбо Ф., Пимие М., Репортиренко А., Ружичка Я., Сала А., Сала С., Сомов Л.Н., Тхай Ле Тханг, Харьязов М.Р., Черненко Л.П. Система обработки данных магнитного искрового спектрометра (МИС) ОИАИ. Система измерений на автоматах, распознавание образов событий. Дубна, 1982, 16 с. Сообщение ОИАИ IO-82-232.
9. Бвгинян С.А., Говорун Н.Н., Шигеев В.Н., Тхай Ле Тханг. Система минимального управления. Алгоритмы и особенности реализации программы предварительной фильтрации данных спецпроцессора SNR. Дубна, 1982, 16 с. Сообщение ОИАИ, P10-82-238.

Рукопись поступила в издательский отдел
26 июля 1982 года.