

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б 144

УДК 681.3 + 539.1.074

10-88-564

БАГИНЯН

Сергей Агабекович

ПРОГРАММНЫЕ СРЕДСТВА  
ПОВЫШЕНИЯ УРОВНЯ АВТОМАТИЗАЦИИ ПРОЦЕССА  
ОБРАБОТКИ ФОТОСНИМКОВ С ТРЕКОВЫХ ДЕТЕКТОРОВ  
НА БАЗЕ СКАНИРУЮЩИХ АВТОМАТОВ  
ТИПА "БЕГУЩИЙ ЛУЧ"

Специальность: 05.13.16 - применение вычислительной техники,  
математического моделирования и математических методов  
в научных исследованиях

Автореферат диссертации на соискание ученой степени  
кандидата физико-математических наук

Дубна 1988

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации Объединенного института ядерных исследований.

Научные руководители:  
кандидат физико-математических наук  
кандидат физико-математических наук

Официальные оппоненты:  
доктор физико-математических наук,  
профессор  
кандидат физико-математических наук

Ведущее научно-исследовательское учреждение: Институт теоретической и экспериментальной физики, г.Москва.

Автореферат разослан "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 1988 года.

Защита диссертации состоится "\_\_\_" \_\_\_\_\_ 19\_\_ года в \_\_\_ часов на заседании Специализированного совета Д047.01.04 при Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ, г.Дубна Московской области.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке ОИЯИ.

Ученый секретарь Совета  
кандидат физико-математических наук

*Иванченко* З.М.Иванченко

МОРОЗ  
Владимир Иванович  
ШИГАЕВ  
Владлен Николаевич  
ГРАМЕНИЦКИЙ  
Игорь Михайлович  
НИКИТИН  
Станислав Геннадьевич

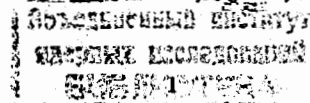
Актуальность. Одним из основных инструментов при исследовании процессов, происходящих при взаимодействии элементарных частиц, являются современные трековые детекторы. Обычно с помощью этих установок получают сотни тысяч стереофотографий с зарегистрированными на них следами различного рода ядерных взаимодействий. Очевидно, что обработка такого объема информации в приемлемые сроки немаловажна без применения прецизионных сканирующих автоматов, высокоскоростных компьютеров и соответствующего программного обеспечения.

Наиболее трудоемким этапом в технологической цепи обработки filmовой информации является первичная стадия - стадия обмера событий на фотоснимках. Согласно оценкам больше половины всего времени, затрачиваемого на процесс обработки filmовой информации, приходится на этап предварительных измерений (подготовку цифровых масок событий), сканирование, распознавание событий, т.е. на процедуру измерения событий.

Существующая в ОИЯИ измерительная система на базе сканирующего автомата НРД типа "бегущий луч" \*) для обработки фотоснимков с жидководородных пузырьковых камер (ЖВПК) относится к классу систем, в которых существенным образом используются цифровые маски треков измеряемых событий (так называемые системы с управлением по дорожке (RG - Road Guidance)). На каждом треке события оператором на измерительных столах под управлением компьютера измеряются три точки. Так как вклад каждой точки существенным образом влияет на дальнейшие этапы процедуры обмера событий в режиме RG, разработка и реализация алгоритмов контроля качества предварительных измерений (масок событий) является важной практической задачей, повышающей общий уровень автоматизации обработки фотоснимков с трековых детекторов.

При массовой обработке фотоснимков с трековых детекторов в режиме RG на базе сканирующего автомата НРД наиболее узким местом, как с точки зрения временных затрат, так и требований к надежности информации, является подсистема обмера масок событий. Оснащение измерительной системы НРД ОИЯИ специализированным процессором

\*) Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, Ю-4513, Дубна, 1969.



( SHP - Special Hardware Processor )<sup>\*</sup> предоставило возможность приступить к разработке программного обеспечения НРД второго поколения с более высоким уровнем автоматизации для обработки фотоснимков с ЭВПК, где в качестве маски события предварительно измеряется только вершина ядерного взаимодействия (так называемый режим минимального управления ( MG - Minimum Guidance ) ).

Современные эксперименты с трековыми детекторами характеризуются большой множественностью треков на фотоснимках. В связи с этим разработка программного обеспечения автоматизированной системы для измерения событий на фотоснимках с трековых детекторов в режиме MG продолжает оставаться весьма актуальной задачей.

В рамках эксперимента АНИ<sup>\*\*\*</sup> планируется получение большого объема фотоснимков с широкоугольных искровых камер. Создание программного обеспечения, рассчитанного на полностью автоматический (без использования цифровых масок) режим обработки фотоснимков с мюонного магнитного спектрометра (ММС) в эксперименте АНИ также является актуальной задачей.

#### Цель работы:

а) разработать и реализовать алгоритмы контроля качества цифровых масок событий, используемых в системе обработки фотоснимков с ЭВПК в режиме Road Guidance .

б) разработать и создать программное обеспечение автоматизированной системы на базе сканирующего автомата НРД и специализированного процессора SHP для измерения событий на фотоснимках с пузырьковых камер в режиме Minimum Guidance .

в) создать программу автоматической обработки трековой и служебной информации на фотоснимках с ММС в эксперименте АНИ.

Для решения поставленных задач автором проработан следующий круг вопросов:

- разработка и реализация алгоритмов контроля качества масок событий, используемых в режиме измерений RG , как для событий с соответственной нумерацией треков на разных стереопроекциях, так и для событий с произвольной нумерацией треков на разных стереопроекциях;

<sup>\*</sup>) 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.153, p.427-433.

<sup>\*\*\*</sup>) Т.В.Данилова, А.М.Дунаевский, А.Д.Ерлыкин и др. Изв.АН Арм ССР, т.17, вып.3-4, 197-214, 1982.

- разработка и реализация для системы MG программы on-line , обеспечивающей надежное управление измерительным процессом, высококачественную оцифровку измеряемых фотоснимков, экспресс-анализ данных, включая их предварительную фильтрацию, и накопление результатов;

- разработка и реализация программного комплекса off-line , обеспечивающего полную фильтрацию треков на измеренных фотоснимках, выделение треков событий, согласующихся с маской MG , слияние и редактирование результатов фильтрации всех проекций событий с формированием входного файла данных для программ геометрической реконструкции;

- адаптация обрабатывавших программ комплекса MG для автоматической обработки трековой и служебной информации на фотоснимках ММС АНИ, разработка методики и программных средств, необходимых для тестирования программ обработки (построение математической модели рабочего фотоснимка ММС АНИ, реализация программы псевдосканирования фотоснимка, постановка программы эмулятора специализированного процессора SHP на ЭВМ серии ЕС).

Научная новизна. Разработаны и внедрены алгоритмы контроля качества масок событий, используемых в системе обработки фотоснимков с жидководородных пузырьковых камер в режиме RG на базе сканирующего автомата НРД , что было первым опытом в отечественной практике.

Показано, что в случае, когда маска события измерена на двух стереопроекциях при произвольной нумерации треков на различных стереопроекциях, задача последнего этапа процедуры TRACK-MATCH , устанавливающей взаимно однозначное соответствие между треками на разных проекциях, сводится к известной задаче комбинаторики о выборе системы различных представителей. На основании этого разработан и внедрен принципиально новый алгоритм, позволяющий в процедурах типа TRACK-MATCH от алгоритма древовидной структуры с полным перебором пар треков перейти к простому анализу детерминанта матрица смежности.

Создано программное обеспечение автоматизированной системы по обмеру событий на фотоснимках ЭВПК ОИЯИ на базе сканирующего автомата НРД и специализированного процессора SHP в режиме минимального управления.

Для уникальной установки по комплексному изучению взаимодействий адронов и ядер космического излучения в области сверхвысоких энергий (комплекс АНИ на горе Арагац) подготовлено программное обеспечение, предназначенное для автоматической обработки фотоснимков с мюонного магнитного спектрометра.

#### Практическая ценность

Разработанные автором алгоритмы контроля качества масок событий

внедрены в подсистему обмера масок событий измерительной системы НРД ОИЯИ и успешно эксплуатировались при массовых измерениях событий на фотоснимках с ЖВПК ОИЯИ. На практике использование этих алгоритмов контроля сокращает в 2-7 раз долю событий, теряемых из-за плохого качества цифровых масок.

Программное обеспечение для обработки снимков с ЖВПК в режиме минимального управления, разработанное для измерительной системы SNR-НРД ОИЯИ, может быть использовано в качестве базового программного обеспечения других измерительных систем этого класса, имеющих в своем составе аналог SNR, либо иные средства (аппаратные, программные) преобразования данных сканирования в совокупность линейных трек-элементов.

Программные средства для обработки фотоснимков мюонного магнитного спектрометра ориентированы на использование автоматического режима с применением сканирующего автомата типа "бегущий луч" и являются составной частью создаваемой системы обработки данных в эксперименте АНИ. Реализация программного эмулятора SNR на ЭВМ класса CDC-1604A, БЭСМ-6, ЕС-1045 делает его доступным для разработчиков других измерительных центров, где возникает задача выделения линейных элементов по результатам развертки изображения с помощью раstra типа телевизионного.

Несмотря на то, что работа нацелена на решение задачи повышения уровня автоматизации процесса обработки фотоснимков в экспериментах по физике высоких энергий, ее результаты могут быть использованы в других областях, имеющих дело с проблемой анализа фоновой информации.

Апробация работы. Основные результаты, изложенные в диссертации, докладывались на Втором Всесоюзном семинаре по обработке физической информации (1977 г., Ереван), на Четвертом Всесоюзном семинаре по обработке физической информации (1988 г., Нор-Амберд), на научно-методических семинарах ЛВТА ОИЯИ и ЕРФИ.

Публикации. По результатам исследований, составившим основу диссертации, опубликовано 10 работ. Эти результаты получены автором в период 1975-1988 г.г.

Объем работы. Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения, приложения и списка литературы (64 наименования).

#### Содержание работы

Во введении обосновывается актуальность проведенных автором исследований, рассматриваются основные проблемы и особенности создания программного обеспечения автоматизированных измерительных систем на базе сканирующих автоматов для измерения событий на фотоснимках.

Дается классификация различных измерительных систем в зависимости от степени участия человека в измерительном процессе.

Первая глава посвящена описанию алгоритмов программ контроля качества цифровых масок события. События, зарегистрированные на фотоснимках с ЖВПК ОИЯИ, измеряются на сканирующем автомате НРД в режиме Road Guidance. Описаны алгоритмы программ как для событий с соответственной нумерацией треков на разных стереопроекциях (SMASK), так и для событий с произвольной нумерацией треков на разных стереопроекциях (VERD).

При анализе работы программ геометрической реконструкции отмечается, что правильность измерения событий гарантируется успешным прохождением данных через процедуру TRACK-MATCH, которая устанавливает взаимно однозначное соответствие между изображениями треков на разных проекциях. Это послужило основой для разработки новой процедуры типа TRACK-MATCH и ее применения для тестирования качества измерений масок событий. Автором показано, что при таком применении процедуры TRACK-MATCH нет необходимости в установлении взаимно однозначного соответствия между изображениями треков на разных проекциях, а достаточно установить, что процедура TRACK-MATCH допускает такое решение.

Программа контроля качества масок событий представляет собой программу геометрической реконструкции событий в объеме камеры с обобщенным блоком TRACK-MATCH, рассчитанную на обработку событий с числом треков до 20 и измерениями трех точек на каждой проекции трека.

Процедура TRACK-MATCH распадается на два этапа:

Первый этап: применение геометрических тестов к парам изображений треков на разных проекциях.

Результатом этого этапа является получение списков пар номеров изображений треков, возможно, порожденных одним пространственным треком.

Второй этап: анализ полученных списков пар и принятие решения о качестве маски события на основе этого анализа.

Примем треки первой проекции в качестве одного подмножества вершин графа; треки второй проекции в качестве другого подмножества вершин графа. Вершины первого и второго подмножества свяжем, если существует соответствующая пара в списке, полученном на первом этапе процедуры TRACK-MATCH. В результате получим неориентированный граф, однозначно описывающий список пар и соответствующую этому графу матрицу смежности.

Показано, что в случае, когда маска события измерена на двух проекциях, второй этап процедуры TRACK-MATCH сводится к анализу детерминанта матрицы смежности.

Нетрудно убедиться, что задача выделения подмножества пар с взаимно однозначным соответствием номеров треков на разных проекциях сводится к задаче выделения на каждой строчке соответствующей матрицы смежности по единичному элементу таким образом, чтобы все они лежали в разных столбцах. Бинарную квадратную матрицу  $A$ , обладающую этим свойством, назовем *отделимой*.

Доказано следующее утверждение: условие неравенства нулю детерминанта бинарной матрицы,  $A/\neq 0$ , является достаточным для того, чтобы матрица  $A$  была *отделимой*. Отсюда следует, что определение возможности установления взаимно однозначного соответствия треков, измеренных на разных проекциях, сводится к вычислению детерминанта соответствующей матрицы смежности. Это позволяет в процедуре типа TRACKMATCH от алгоритма древовидной структуры с полным перебором пар треков перейти к простому анализу значения детерминанта матрицы смежности.

В последнем параграфе первой главы изложена методика экспериментальной проверки работы программы контроля качества масок событий.

Разработанные алгоритмы внедрены в подсистему обмера масок событий измерительной системы НРД ОИЯИ и успешно эксплуатировались с 1980 года.

Во второй главе сформулированы основные задачи *on-line* комплекса программ, предназначенных для измерения фотоснимков с ЖВПК. Основными задачами *on-line* комплекса являются:

- организация и управление измерительным процессом;
- оперативная обработка поступающей информации;
- оценка качества полученной информации;
- диагностика ошибок в системе и принятие решений;
- оптимизация режима оцифровки снимка на НРД в процессе сканирования;
- формирование выходного файла для последующей полной фильтрации треков и распознавания событий.

Подробно рассмотрены и обсуждены алгоритмы и решения, принятые при создании *on-line* комплекса программ для измерения фотоснимков ЖВПК в режиме МГ, при использовании специализированного процессора SNP.

Проведенные исследования показали, что при сканировании снимков с ЖВПК ОИЯИ спецпроцессор SNP не всегда справляется с потоком данных, поступающих от автомата НРД. Поскольку, как выяснилось, большая часть фоновых отсчетов группируется на конечном участке линий сканирования, здесь же формируется большое число случайных трек-элементов (ТЭ), что может приводить к переполнению рабочих полей SNP (таких полей в памяти спецпроцессора два: для так называемых однотоочечных

банков и многотоочечных банков, используемых программой SNP для инициализации и формирования ТЭ). При переполнении рабочих полей процесс обработки отсчетов в SNP временно блокируется с неизбежной потерей части информации. Внешне режим насыщения SNP приводит к парадоксальной зависимости: с понижением уровня дискриминации сигналов в отсчетном канале автомата, и, следовательно, увеличением числа отсчетов, наблюдается не рост, а падение числа ТЭ, поступающих в память ЭВМ. При очень высокой интенсивности потока данных (но еще в допустимых границах рабочего режима) анализ данных SNP свидетельствует о полном разрушении исходного изображения, при этом нарастает число ТЭ с ошибками кодирования компонент ТЭ. Эта особенность спецпроцессора SNP учитывается в *on-line* комплексе при принятии решений, направленных на оптимизацию режима оцифровки снимка.

Оптимизация оцифровки снимка решает две задачи: 1) управление уровнем дискриминации сигналов при переходах от кадра к кадру и 2) управление уровнем дискриминации в процессе измерения и обработки данных текущего кадра. Для решения второй задачи были реализованы программные и аппаратные средства, позволяющие обнаружить появление и оценить степень насыщения спецпроцессора SNP в реальное время сканирования и в соответствии с этим менять уровень дискриминации сигналов НРД.

Предложен еще один путь снижения вероятности переполнения рабочих полей спецпроцессора, а именно, путь аппаратного маскирования части линии сканирования SNP. Постоянная маска, блокирующая считывание на последних ~ 5 мм линии сканирования, существенно облегчает режим работы SNP, резко снижая число фоновых ТЭ. При этом объем принимаемой с кадра информации меньше зависит от уровня чувствительности отсчетного канала и определяется в основном суммарной длиной треков на кадре, т.е. величиной, подверженной значительным колебаниям при переходе от кадра к кадру. В этом случае без фильтрации треков в реальное время сканирования трудно предложить простой и надежный критерий оптимальной оцифровки снимка, в котором в качестве одного из главных сигналов используется общий объем информации, поступающей с кадра.

В этой же главе описаны алгоритмы анализа служебной информации на кадре (распознавание номера кадра, номера рулона, вычисления координат реперных крестов) и полный алгоритм предварительной фильтрации данных спецпроцессора по маске МГ.

Программа использовалась для отработки методики применения специализированного процессора SNP при измерении снимков с ЖВПК ОИЯИ в режиме МГ.

Общая схема on-line комплекса показана на рис. I.

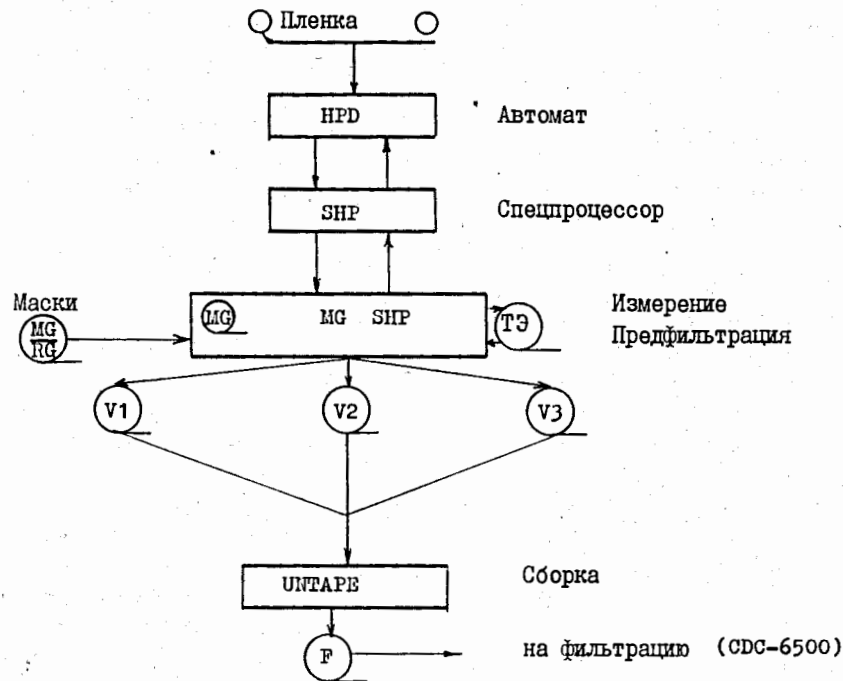


Рис. I

В третьей главе описаны основные алгоритмы и принятые решения при создании программного комплекса off-line для системы минимального управления.

В состав комплекса входят программы, выполняющие функции:

- а) распознавания событий на отдельных стереопроекциях;
- б) накопления результатов распознавания событий с формированием промежуточных файлов данных для каждой стереопроекции;
- в) объединения и редактирования накопленных результатов распознавания событий с формированием входного файла для программы геометрической реконструкции.

Процесс распознавания события на отдельной стереопроекции включает в себя две последовательно выполняемые операции.

1. Распознавание всего множества  $T$  треков на фотоснимке (стереопроекции).

2. Выделение из  $T$  тех треков, которые согласуются с маской события  $MG$ .

Поскольку первая операция осуществляет глобальное распознавание треков на фотоснимке, сохраняется возможность расширения созданной системы  $MG$  для проведения измерений как в режиме зонного, так и нулевого управления (Zone Guidance, Zero Guidance) за счет модификации второй операции.

Первая операция распадается на четыре последовательные фазы:

1. Формирование банка кандидатов в треки из ТЭ, объединяемых методом прослеживания<sup>\*)</sup>.

2. Тестирование кандидатов в треки на составной характер; разбиение составных кандидатов на простые.

3. Формирование треков из кандидатов; слияние нескольких кандидатов, если последние являются сегментами одного и того же трека.

4. Дополнительное тестирование треков, проходящих вблизи вершины параллельно пучковому треку, на составной характер (с возможным разбиением на пучковый и вторичный треки).

На основе проведенного статистического анализа данных, получаемых ЖВПК ОИЯИ, выявлены причины невысокой эффективности второй операции, разработанной в СНАФ.

Автором предложен двухпроходной алгоритм выделения треков событий по маске  $MG$ . На каждом из проходов из множества  $T$  треков отбираются кандидаты в треки события, удовлетворяющие следующим трем условиям:

а) трек содержит не менее  $n_{\min}$  трек-элементов;

б) в направлении пучка расстояние между вершиной  $\bar{V}$  события и ближайшим к ней ТЭ трека не превосходит некоторого допуска  $D_1$ , зависящего от эксперимента:  $|X_V - X_{TЭ}| < D_1$ ;

в) расстояние от вершины  $\bar{V}$  до окружности, аппроксимирующей трек, не превышает некоторого порога  $D_2$ .

На первом проходе значения координат вершины  $\bar{V}$  ядерного взаимодействия берутся из маски события. Перед вторым проходом координаты вершины уточняются по результатам первого прохода, и порог  $D_2$  уменьшается в три раза. Было рассмотрено два способа уточнения координат вершины события после первого прохода.

Первый способ. Из полученной после первого прохода совокупности треков рассматриваются все возможные комбинации троек треков и соответствующие им точки пересечения. Для каждой тройки вычисляется разброс  $R$  точек пересечения треков:  $R = \sum_{i=1}^3 ((X_i - \bar{X})^2 + (Y_i - \bar{Y})^2)$ , где  $X_i, Y_i$  - координаты точек пересечения этих треков, а  $\bar{X}, \bar{Y}$  - их среднее значение. Выбирается тройка с минимальным значением  $R$ , а

\*) Применен алгоритм прослеживания, разработанный А.Кастелветри в СНАФ (г.Болонья, Италия).

соответствующие ей  $\bar{X}$ ,  $\bar{Y}$  принимаются за уточненные координаты вершины  $\bar{V}$ .

Второй способ. При втором способе уточнения координат вершины события используется априорная информация о том, что треки, идущие под большим углом к пучковому треку из окрестности вершины, вероятнее всего являются треками события (анализируются треки, удовлетворяющие условиям а), б), в) в первом проходе). И поэтому в качестве тройки треков для вычисления уточненных координат вершины выбирается пучковый трек, если он есть, и треки с наибольшим углом вылета из предлагаемой вершины события. Треки, пересекающиеся под малым углом, не участвуют в уточнении координат вершины события.

Эксперимент с реальными фотоснимками с ЖВПК ОИЯИ показал, что оба способа имеют практически одинаковую эффективность. В программе оставлен второй, как наиболее простой.

Общая схема организации обработки информации off-line комплексом представлена на рис.2.

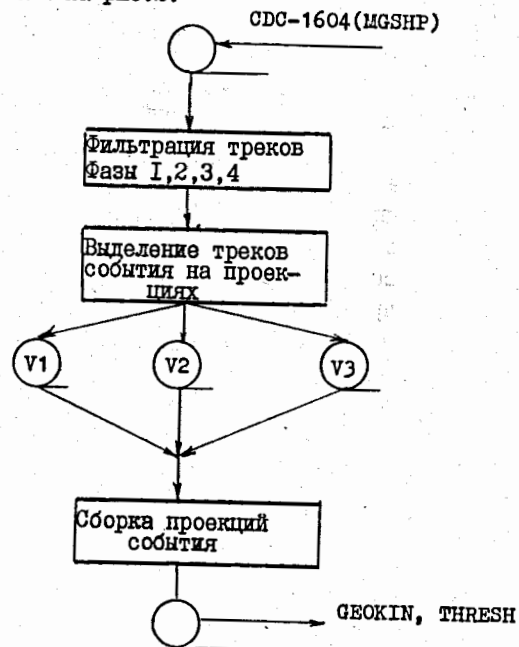


Рис.2

Среднее время обработки одного стереоснимка (три проекции) равно ~30 секундам процессорного времени на ЭВМ CDC-6500. Off-line комплекс программ прошел методическую проверку на нескольких десятках снимков с 1 м ЖВПК ( $\alpha$ -р) и с 2 м ЖВПК ( $\bar{P}$ -р) ОИЯИ.

В четвертой главе описана для эксперимента АНИ общая структура программ обработки фильмовой информации на базе сканирующего автомата типа "бегающий луч".

Описываемое программное обеспечение есть программное обеспечение с так называемым нулевым управлением, т.е. не требующим никаких предварительных измерений. Единственной управляющей процессором информацией является номер кадра. Часть программного комплекса МС, реализующая операцию распознавания всего множества треков на фотоснимке, использована для обработки трековой информации, полученной на снимках с мюонного магнитного спектрометра в эксперименте АНИ.

Точечная информация, поступающая от сканирующего фотоснимок автомата, предварительно обрабатывается программой, эмулирующей работу специального процессора SHP. На этом этапе практически отсеивается вся фоновая информация, имеющая не штриховой характер.

Далее осуществляется распознавание номера кадра, измерение координат центров реперных крестов и треков в системе отсчета сканирующего автомата.

Для распознавания пакета штрихов, которым кодируется номер кадра, разработан алгоритм, основанный на выделении и анализе подмножества самосогласованных ТЭ из всего множества ТЭ в зоне поиска (самосогласованные ТЭ – это подмножество ТЭ, взаимное расположение и ориентация которых близки к закону распределения штрихов в пакете). Практические испытания этого алгоритма на снимках с ЖВПК ОИЯИ показали высокую надежность распознавания номера кадра. Учитывая, что фоновые ТЭ, расположенные в зоне служебной информации ориентированы преимущественно горизонтально, а программа распознавания пакета штрихов настраивается параметрически, были выработаны рекомендации по применению наклонных кодирующих штрихов, чтобы гарантировать высокую надежность распознавания в широком диапазоне реальных условий опифровки фотоснимков на сканирующем автомате.

Созданные программы обработки были отлажены на математической модели фотоснимков с мюонного магнитного спектрометра в эксперименте АНИ.

Приводится математическая модель фотоснимка ММС АНИ, кратко описывается алгоритм программного эмулятора спецпроцессора SHP и особенности его реализации на ЭВМ CDC-1604A, БЭСМ-6, ЕС-1045, а также программа псевдосканирования фотоснимка.

В заключении сформулированы основные результаты диссертационной работы.

#### ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

Основные результаты, полученные в диссертации и выносимые на защиту, состоят в следующем:

1. Разработаны и реализованы алгоритмы контроля качества цифровых масок, используемых для измерения событий в режиме Road Guidance как для случая с соответственной нумерацией треков на разных стереопроекциях, так и для случая с произвольной нумерацией треков на разных стереопроекциях.

2. Для случая, когда маска события измерена на двух стереопроекциях, разработан и внедрен принципиально новый алгоритм, заменяющий древовидную структуру алгоритма полного перебора процедуры TRACK-MATCH простым анализом значения детерминанта матрицы смежности.

3. Разработана и реализована для системы минимального управления (MG) программа on-line, обеспечивающая надежное управление измерительным процессом, высококачественную оцифровку измеряемых фотоснимков, экспресс-анализ данных, включая их предварительную фильтрацию, и накопление результатов.

4. Разработан и реализован программный комплекс off-line, обеспечивающий полную фильтрацию треков на измеренных фотоснимках, выделение треков событий, согласующихся с маской MG, слияние и редактирование результатов фильтрации всех проекций событий с формированием входного файла данных для программ геометрической реконструкции.

5. Адаптированы обрабатывающие программы комплекса MG для автоматической обработки трековой и служебной информации на фотоснимках с мюонного магнитного спектрометра эксперимента АНИ, разработаны методика и программные средства, необходимые для тестирования программ обработки (построение математической модели рабочего фотоснимка мюонного магнитного спектрометра эксперимента АНИ, реализация программы псевдосканирования фотоснимка, постановка программы эмулятора специализированного процессора SNR на ЭВМ серии ЕС).

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ДИССЕРТАЦИИ ОПУБЛИКОВАНЫ В РАБОТАХ:

1. С.А.Багинян, Л.В.Бубелева, В.И.Мороз, Л.В.Попкова. Алгоритм проверки масок событий. В кн.: Материалы Второго Всесоюзного семинара по обработке физической информации. Ереван, сентябрь 1977 г., изд. ЕрФИ, Ереван, 1978 г., с.272-276.

2. С.А.Багинян, Л.В.Бубелева, В.И.Мороз, Л.В.Попкова. Алгоритм проверки масок событий. I. События с нумерованными треками. Дубна, 1977, 16с (сообщение Объед. ин-т ядер. исслед.: P10-10898).
3. С.А.Багинян, Л.В.Бубелева, В.И.Мороз, Л.В.Попкова. Алгоритм проверки масок событий. II. Общий случай. Дубна, 1978, 34с. (Депонированное сообщение Объед. ин-т ядер. исследов.: BI-10-II797).
4. С.А.Багинян, Л.В.Бубелева, В.И.Мороз, Л.В.Попкова. Алгоритм проверки масок событий. II. Использование процедуры TRACK-MATCH. Дубна, 1979, 16с (сообщение Объед. ин-т ядер. исслед. P10-12327).
5. С.А.Багинян, Н.Н.Говорун, Т.Л.Тханг, В.Н.Шигаев. Система минимального управления. Алгоритм и особенности реализации программы предварительной фильтрации данных спецпроцессора SNR. Дубна, 1982, 16с (сообщение Объед. ин-т ядер. исследов., P10-82-238).
6. С.А.Багинян, В.Т.Манукян. Постановка на ЭВМ БЭСМ-6 программы, имитирующей работу специального процессора SNR. Ереван, 1984, 10с (препринт Ереван, Физ. ин-т ЕрФИ -715 (30)-84).
7. С.А.Багинян, В.И.Мороз. Применение матрицы смежности в процедуре TRACK-MATCH для двух проекций. Дубна, 1985, 4с (сообщение Объед. ин-т ядерн. исслед.: P10-85-289).
8. С.А.Багинян, Н.Н.Говорун, Г.В.Шестакова, В.Н.Шигаев. Программа фильтрации данных спецпроцессора SNR для системы минимального управления НРД. Дубна, 1986, 8с (сообщение Объед. ин-т ядер. исслед.: P10-86-472).
9. С.А.Багинян, Н.Н.Говорун, В.Р.Луговцова, В.Н.Шигаев. On-line программа для измерения снимков с пузырьковых камер на НРД с использованием спецпроцессора SNR. Дубна, 1986, 7с (сообщение Объед. ин-т ядер. исследований: P10-86-528).
10. С.А.Багинян. Программное обеспечение автоматической обработки трековой и служебной информации, полученной на фотоснимках с мюонного магнитного спектрометра в эксперименте АНИ. В кн.: Тезисы докладов Четвертого Всесоюзного семинара по обработке физической информации. Нор-Амберд, май, 1988, изд. ЕрФИ, Ереван, 1988, с.162-164.

Рукопись поступила в издательский отдел  
25 июля 1988 года.