

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-86-528

**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 SHP**

* Ереванский физический институт

1986

Для измерения снимков с жидководородных пузырьковых камер (ЖВПК) в режиме минимального управления НРД (MG-Minimum Guidance) разработан программный комплекс MGSНР , рассчитанный на использование специализированного процессора СНР /1/ (см.рис.). Последний подключен последовательно с автоматом НРД к одному из каналов обмена ЭВМ CDC-1604А и в процессе сканирования снимка осуществляет преобразование множества отсчётов НРД в совокупность коротких линейных ориентированных отрезков, называемых трек-элементами (ТЭ). При этом достигается сжатие данных в 5-10 раз.

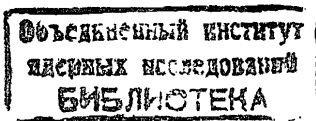
Основные задачи on-line комплекса:

- организация и управление измерительным процессом,
- оперативная обработка поступающей информации,
- оценка качества полученных результатов,
- 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 /2/ на ЭВМ CDC-6500.

Организация и управление измерительным процессом

Для организации процесса измерений снимков программа использует данные входного файла, содержащие результаты просмотра плёнок (маски событий), и директивы оператора ЭВМ, вводимые посредством пультавого телетайпа ЭВМ CDC-1604А. Измерение рулонов плёнок, их проекций и кадров организуется в порядке следования масок во входном файле, если только оператор ЭВМ своими директивами явно не изменит порядок измерений. Порядок измерений полностью определяется параметрами рестарта системы; последние задают номер рулона плёнки, номер проекции, начальный и конечный номера кадров измеряемого фрагмента рулона, режим выборки кадров в границах данного фрагмента рулона (использование масок всех кадров, чьи номера попадают в заданные границы, либо выборочное использование в соответствии со списком номеров кадров, подлежащих измерению), режим накопления данных на выходной магнитной ленте (работа с новой лентой либо продолжение накопления выходных данных).

Исходными данными для управления процессом измерения отдельного кадра служит цифровая маска события, которая в отличие от системы полного управления (Road Guidance), где задаётся по три точки на каждом треке события, в нашем случае содержит целеуказание только вершины ядерного взаимодействия в форме её приближённых координат, измеренных на просмотрно-измерительных столах БПС-2/3/. В про-



грамму была введена возможность работы с масками системы полного управления, которые преобразовывались к форме внутреннего представления масок системы минимального управления. Такая возможность давала методические преимущества, облегчая анализ получаемых результатов и сам процесс отладки всего комплекса.

Помимо аппаратуры, традиционной для on-line комплекса НРД /4/, /5/, /6/, /8/, рассматриваемая конфигурация содержит дополнительный элемент - микропроцессор SNP. Интерфейс SNP обеспечивает электрическое и логическое сопряжение с каналами ввода-вывода ЭВМ CDC-1604A и НРД и позволяет программе получать информацию о состоянии микропроцессора с помощью команд опроса состояния внешних устройств и принимать решения на основании этой информации. Подробнее об этом будет сказано ниже в разделах обработки ошибок и оптимизации режима опцировки снимка.

Маска события определяет, есть ли необходимость в продольном сканировании кадра, или нет (так называемая аномальная мода сканирования). Поперечное сканирование кадра (нормальная мода) выполняется всегда как первая операция после протяжки плёнки. В процессе сканирования данные НРД теряются для программы, в оперативную память CDC-1604A поступают только трек-элементы SNP, которые по мере поступления и буферизации выводятся на черновую МЛ блоками по 2000 ТЭ. В оперативную память ТЭ поступают через равные интервалы на плёнке, называемые слайсами (их обычная ширина 0,4-0,8 мм).

Оперативная обработка поступающей информации

В оперативную обработку информации SNP входит анализ данных в зоне служебной информации кадра, распознавание реперных крестов и вычисление координат их центров, обработка трековой информации.

Анализируя данные в зоне служебной информации, программа производит распознавание стандартных объектов - пакетов линейных штрихов, которыми кодируются номер кадра и номер плёнки, осуществляет декодирование текущего номера кадра, определяет координаты начального бита номера кадра на плёнке и ожидаемого положения двух служебных реперных крестов. При распознавании пакета штрихов программа учитывает ориентацию анализируемых ТЭ. Алгоритм распознавания пакета штрихов основывается на последовательной обработке слайсов и анализе числа самосогласованных ТЭ (самосогласованные ТЭ - это подмножество ТЭ одного слайса, взаимное положение и ориентация которых близки к закону распределения штрихов в пакете). По найденным штрихам формируется двоичная последовательность, подлежащая декодированию. Результат декодирования последовательности битов может быть неоднозначным, по-

скольку позиция первого бита кода заранее не задана. Среди нескольких вариантов декодирования выбирается тот, который даёт результат, наименее отличающийся от ожидаемого значения номера кадра. Принятый вариант однозначно определяет позицию младшего бита и тем самым координаты соответствующего линейного штриха в зоне служебной информации. Аналогично обрабатывается второй пакет штрихов. Относительно найденных координат нижнего штриха предсказывается положение служебных реперных крестов и задаётся зона для их поиска.

Процедура распознавания реперных крестов рассчитана на распознавание до 52 крестов на кадре. Кресты успешно распознаются в условиях большой фоновой загрузки в зоне поиска креста (в зоне может быть до 25 крестоподобных объектов). Плечи крестоподобных объектов формируются методом прослеживания определённым образом ориентированных ТЭ, принадлежащих зоне поиска. Из всех найденных объектов в качестве реперного креста выбирается тот, который лучше согласуется с подмножеством успешно распознанных к этому моменту реперных крестов на кадре.

Обработка трековой информации выполняется предфильтром - большим разделом on-line программы, включающим в себя 46 подпрограмм. Задача предфильтра - отсеивание информации, фоновой по отношению к исследуемому событию, насколько это позволяет сделать априорные сведения о событии (маска события). Мы здесь не будем касаться алгоритма предфильтрации, так как он достаточно подробно был изложен в работе /7/. Позднее в предфильтр нами была введена возможность дополнительного кадрирования поля сканирования НРД по X и Y координатам для отсева ТЭ вне пределов изображения рабочего объёма пузырьковой камеры. Необходимость в таком дополнении была вызвана экспериментально обнаруженным фактом высокого уровня фоновых ТЭ на последних 4-6 мм линий сканирующего пятна НРД. На некоторых кадрах число фоновых ТЭ, принадлежащих этой полосе, достигало 50-70% от общего числа фоновых ТЭ. Дополнительное программное кадрирование сократило ещё в ~2 раза число фоновых ТЭ, передаваемых для последующей полной фильтрации данных на ЭВМ CDC-6500.

Оценка качества полученных результатов

Оценка качества результатов, полученных в текущем цикле измерения кадра (от подготовительных операций на сканирующем автомате до записи на МЛ выходных данных предфильтра) производится после каждого скана НРД на основании статистик, накопленных управляющим и обрабатывающим процессами. Кроме этого, контролируются полнота опцировки изображения рабочего объёма камеры и число успешно распознанных реперных крестов.

Диагностика ошибок в системе и принятие решений

При обнаружении фатальных для текущего цикла ошибок управление передается специальной подпрограмме ERTST для закрытия активных процессов, оценки состояния системы и принятия решений. Выработанные подпрограммой ERTST решения используются подпрограммой-диспетчером для планирования и организации дальнейших операций. Автоматический процесс принятия и выполнения решений приостанавливается либо по инициативе программы, когда слишком велика частота ошибок или нет определенного плана эффективных действий, либо по инициативе оператора ЭВМ, наблюдающего по протоколу за работой системы. Фатальные ошибки, обрабатываемые в подпрограмме ERTST, группируются в 10 классов, каждый из которых рассчитан на анализ 9 ситуаций. Это группы ситуаций, связанные со сбоями и отказами в аппаратуре HFD и SHP, ошибки в протяжке плёнки и позиционировании кадра, ошибки декодирования номера кадра, потери информации при обменных процессах внутри системы, вызванные переполнениями буферов или нарушением синхронизации процессов, неудачи в распознавании реперных крестов и нумератора кадра, ошибки при обработке трековой информации, необратимые разрушения структур данных, некорректные значения параметров вызова подпрограмм, отрицательная интегральная оценка качества завершённого цикла измерения кадра.

Проведенные исследования показали, что при сканировании снимков с ЖВК ОИИ спецпроцессор SHP не всегда справляется с потоком данных, поступающих от автомата HFD. Поскольку, как выяснилось, большая часть фоновых отсчетов HFD группируется на конечном участке линий сканирования, здесь же формируется большое число случайных ТЭ, что может приводить к переполнению рабочих полей SHP (таких полей в памяти спецпроцессора два: для так называемых одноточечных банков SPB и многоточечных банков TB, используемых программой SHP для инициирования и формирования ТЭ). При переполнении рабочих полей процесс обработки отсчетов HFD блокируется в SHP до конца текущего слайса с неизбежной потерей части информации. Внешне режим насыщения SHP приводит к парадоксальной зависимости: с понижением уровня дискриминации сигналов в отсчетном канале HFD и, следовательно, увеличением числа отсчетов в скане HFD наблюдается не рост, а падение числа ТЭ, поступающих в память CDC-1604A. При очень высокой интенсивности потока данных HFD (но ещё в допустимых границах рабочего режима!) графическая распечатка данных SHP свидетельствует о полном разрушении исходного изображения, при этом нарастает число ТЭ с ошибками кодирования компонент ТЭ. Эта особенность спецпроцессора SHP учитывается под-

программой ERTST при принятии решений, направленных на оптимизацию режима оцифровки снимка.

Оптимизация режима оцифровки снимка

Оптимизация режима оцифровки снимка решает две задачи: 1) управление уровнем дискриминации сигналов HFD 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 технические средства, позволяющие обнаружить появление и оценить степень насыщения спецпроцессора SHP в реальное время сканирования. В дополнение к имеющимся средствам оценки состояния входного буфера SHP были задействованы в интерфейсе SHP два функциональных кода для оценки состояния банков SPB и TB. Программа, непосредственно управляющая процессом сканирования, периодически опрашивает состояние SHP с частотой, достаточной для получения оценки числа слайсов, на которых SHP входил в состояние насыщения. Величина и знак коррекции уровня дискриминации вычисляются программой с учетом а) степени насыщения SHP в последнем скане, б) общего числа ТЭ, поступивших от SHP в память ЭВМ в последнем скане, в) ограничений сверху и снизу на допустимое число ТЭ в одном скане, г) оценки среднего значения производной от числа ТЭ по уровню дискриминации. При переходе к следующему кадру плёнки начальное значение уровня дискриминации выбирается как взвешенное среднее рабочих уровней последнего кадра и серии предыдущих кадров.

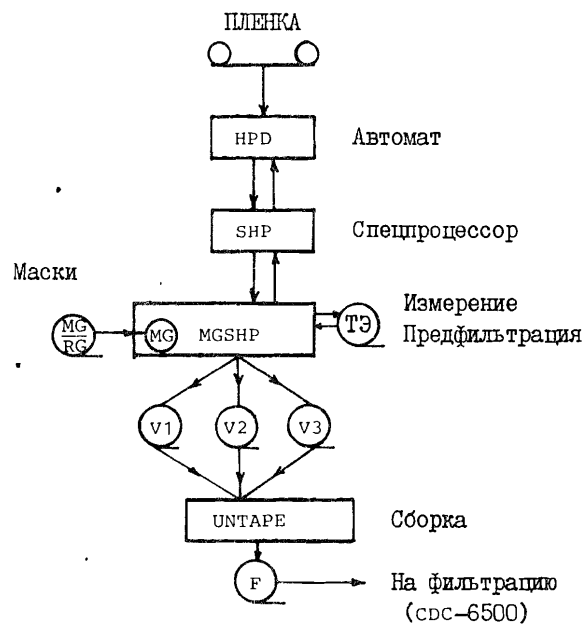
Есть ещё один путь снижения вероятности насыщения SHP, а именно, путь аппаратного маскирования части линии сканирования HFD. Постоянная маска, блокирующая считывание на последних ~ 5 мм линии сканирования, существенно облегчает режим работы SHP. Однако в этом случае без фильтрации треков в реальное время сканирования трудно подобрать надёжный критерий оптимального управления уровнем дискриминации, поскольку объём принимаемой информации начинает в меньшей степени зависеть от уровня чувствительности отсчетного канала HFD и в большей степени от суммарной длины треков на кадре. Последняя же, как правило, подвержена значительным колебаниям при переходах от кадра к кадру.

Формирование выходного файла

На одну выходную ленту on-line комплекса могут быть записаны результаты измерения нескольких рулонов плёнки одной и той же проек-

ции. Структура записей традиционная: каждый рулон имеет специальные записи начала и конца рулона, каждый кадр начинается с записи цифровой маски, за которой следуют результаты префильтрации данных для каждого скана HPD на этом кадре. Отдельная программа UNTAPE предназначена для объединения данных со всех проекций на одну ленту в соответствии с требованиями программы фильтрации на ЭВМ CDC-6500.

On-line программа занимает ~ 13,5 К оперативной памяти CDC-1604A, рабочее поле программы ~ 11 К. Общее число составляющих её модулей - 124. Первая версия программы опробована в 1982 году, описанная в данном сообщении версия программы создана в 1985 году. На протяжении трёх лет программа использовалась для отработки методики применения спецпроцессора SHP при измерении снимков с ЖВПК в режиме минимального управления.



Общая схема on-line комплекса

В заключение авторы выражают благодарность Ю.И.Сусову и С.К.Слепнёву за полезные обсуждения и помощь на отдельных этапах выполнения данной работы.

Литература

1. Bacilieri P. et al. Nucl. Instr. and Meth., 1979, 160, p.353.
2. Багинян С.А. и др. ОИЯИ, Р10-86-472, Дубна, 1986.
3. Ермолаев В.В. и др. ОИЯИ, Р10-6451, Дубна, 1972.
4. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, IO-4513, Дубна, 1969.
5. Шелонцев И.И., Шигаев В.Н. ОИЯИ, IO-5728, Дубна, 1971.
6. Рубцов В.Ф. и др. ОИЯИ, Р10-11037, Дубна, 1977.
7. Багинян С.А. и др. ОИЯИ, Р10-82-238, Дубна, 1982.
8. Бондаренко О.Н. и др. ОИЯИ, Р10-11038, Дубна, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
28 июля 1986 года.

**ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ
ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ**

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Багинян С.А. и др.

P10-86-528

On-Line программа для измерения снимков с пузырьковых камер на HPD с использованием спецпроцессора SHP

Дано краткое описание on-line - программы на ЭВМ CDC-1604A, предназначенной для измерения снимков с пузырьковых камер с использованием сканирующего измерительного автомата HPD и спецпроцессора SHP в режиме минимального управления /с целеуказанием вершин событий/.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Baginian S.A. et al.

P10-86-528

The One-Line Program for Measuring Bubble Chamber Pictures Using HPD and SHP Special Hardware Processor

The CDC-1604A on-line program for measuring bubble chamber pictures using HPD flying spot digitizer and SHP special hardware processor in minimum guidance(vertex guidance) is briefly described.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986