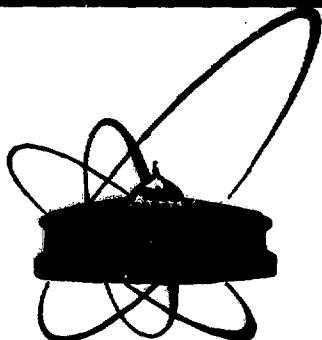


СИ 8209013



**СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**P10-82-238**

**С.А.Багинян, Н.Н.Говорун,  
Т.Л.Тханг, В.Н.Шигаев**

**СИСТЕМА МИНИМАЛЬНОГО УПРАВЛЕНИЯ  
АЛГОРИТМ И ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ  
ПРОГРАММЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ФИЛЬТРАЦИИ  
ДАННЫХ СПЕЦПРОЦЕССОРА SNP**

**1982**



Сканирующий автомат НРД ОИЯИ был введен в режим массовой обработки фотоснимков в 1973 году и по настоящее время остается основным измерительным устройством в ОИЯИ, на котором успешно и стабильно ведется массовая обработка фотоснимков с одно- и двухметровой жидководородных пузырьковых камер ЛВ9 и пятиметрового магнитного искрового спектрометра ЛНП.

Оснащение системы НРД специализированным процессором /I/ (Special Hardware Processor) предоставило возможность приступить к разработке математического обеспечения НРД второго поколения с машиннонезависимым пакетом программ для обработки фотоснимков с трековых детекторов в режиме минимального управления (с точечным или зонным целенаправленным режимом взаимодействия). Существующий уровень автоматизации технологического процесса обработки фотоснимков в системе НРД ОИЯИ был объективно обусловлен возможностями вычислительной техники, которая была доступна разработчикам системы НРД в конце 60-х годов. Поскольку данное сообщение - первое в цикле работ, отражающих основные этапы создания нового математического обеспечения, то представляется уместным здесь кратко рассмотреть характерные особенности существующего математического обеспечения и главные направления, по которым мы планируем проведение новых программных разработок.

#### Особенности действующего математического обеспечения

В конце 60-х годов выбор CDC-1604A в качестве управляющей ЭВМ был вынужденным. Чтобы создать математическое обеспечение НРД для обработки снимков с пузырьковых камер при большом объеме программирования для подобных систем (десятки человеколет высококвалифицированного труда), необходима была серийная ЭВМ, имеющая в составе своего математического обеспечения трансляторы с языков высокого уровня и, в частности, с языка Фортран. CDC-1604A в то время оказалась именно такой коммерчески доступной ЭВМ, хотя ее технические характеристики соответствовали лишь минимальным требованиям к ЭВМ для применения ее в качестве управляющей в системе НРД. Это позволило реализовать на базе сканирующего автомата НРД систему первого уровня автоматизации измерительного процесса - систему с наведением на треки (RG - Road Guidance), в которой программа ЭВМ использует так называемые цифровые маски треков, измеряемые операторами-просмотрщиками на просмотрово-измерительных столах БПС-2 для каждой проекции события. В настоящее время подготовка цифровой маски для 4- и 8-лучевого события с одной вершиной на 3 проекциях предусматривает измерение, как минимум, соответственно 59 и 63 точек. Поскольку ошибочное измерение

даже одной точки маски чревата потерей трека или всего события, в подсистему подготовки масок событий был введен программный контроль действий оператора и качества масок посредством геометрической реконструкции треков по трем точкам<sup>2/</sup>. Хорошее качество масок необходимо и для эффективной работы дисплейной станции спасения событий, поскольку без этого существенно необходимая информация может быть утрачена на этапе измерения события на НРД (программа он-лайн игнорирует отсчеты НРД, которые лежат вне окрестности, примыкающей к дуге окружности, проведенной через три точки маски трека).

Создание системы RG в конце 60-х годов было, с одной стороны, данью здорovому консерватизму, гарантирующему конечный успех всей разработке, а с другой стороны, предопределялось относительно низкой производительностью ЭВМ CDC-1604A.

Для эффективного использования потенциальной производительности сканирующего автомата и достижения мирового уровня по этому показателю потребовалось значительную часть программного обеспечения разработать на языке ассемблера CODAP1.

Отсутствие внешней памяти прямого доступа (барббанов, дисков) на CDC-1604A вынуждало разработчиков математического обеспечения создавать только такие комплексы программ, которые вместе с полями данных и резидентной частью монитора CDC-1604A помещаются в 32К памяти CDC-1604A и обеспечивают высокую скорость обработки входного потока данных от НРД в процессе сканирования снимка. Для удовлетворения этих требований простая реализация программ на языке ассемблера часто оказывалась недостаточной. Во многих случаях были использованы алгоритмы, существенно зависящие от структуры команд и формы представления данных на ЭВМ CDC-1604A. Этих особенностей математического обеспечения НРД нельзя было избежать на такой маломощной ЭВМ, как CDC-1604A. Поэтому постановке существующей системы RG на любой другой ЭВМ является задачей не только трудоемкой, но и далеко нетривиальной.

Применение существующего математического обеспечения НРД типа RG эффективно для случаев классических ( $\leq 2$  м) **КНИК**<sup>2</sup>. С усложнением самих камер или оптической системы регистрации соответствующая адаптация программ на CDC-1604A становится проблематичной не только вследствие ее технической трудности, но и вследствие ограничений, накладываемых системой RG на геометрические характеристики треков обрабатываемых событий. Суммируя сказанное, можно сказать, что основными негативными сторонами существующего математического обеспечения НРД типа RG на CDC-1604A являются: мощная зависимость большинства программ, особенно в оптимизированных версиях, проблематичность

<sup>2</sup> КНИК - жидководородная пузырьковая камера.

расширения функциональных возможностей системы и большая трудоемкость новых разработок на базе действующего математического обеспечения.

### Второе поколение программ НРД

Трудоемкость разработок математического обеспечения автоматизированных измерительных систем на базе сканирующих автоматов широко известна. Поэтому заблаговременно начаты работы по подготовке программ второго поколения, которые будут характеризоваться меньшей независимостью основного пакета программ и большей универсальностью, дающей возможность обработки снимков в физических экспериментах с более сложными системами регистрации (камеры с внутренней мишенью, большим числом проекций в стереоснимке и т.п.). Новое поколение программ для обработки снимков с водородных пузырьковых камер будет базироваться на использовании простейших масок событий в форме задания координат только вершин взаимодействий (системе минимального управления MG - Minimum Guidance). Скорость подготовки цифровых масок для системы MG приближается к скорости просмотра (при совмещении процессов просмотра и измерения масок), что является следствием малого объема цифровых указаний оператора. Этот объем мало зависит от числа треков в событии, и в обоих случаях, приведенных выше в качестве примера (39 и 63 точки для системы RG), он будет составлять 6-9 точек.

Малый объем начальных целеуказаний и пониженные требования к их точности, определяемые только фильтрующей программой, допускают применение простейшего просмотрового оборудования, снабженного грубой отсчетной системой либо даже просто координатной сеткой. Это обстоятельство может упростить организацию децентрализованного просмотра фотоснимков и подготовки масок событий в тех случаях, когда участниками физического эксперимента, проводимого на многосторонней основе, располагают разнотипным оборудованием.

Выходные данные ЗНР, содержащие информацию о всех треках на фотоснимке, по своему объему примерно соответствуют данным НРД, отобранным по цифровой маске событий программой он-лайн в системе RG. Сканирование данных в 5-10 раз уже на этапе сканирования снимка на НРД позволяет значительно сократить число магнитных лент, циркулирующих внутри измерительной системы. Это особенно важно для таких конфигураций системы, в которых последовательные фазы анализа данных выполняются как самостоятельные задачи на разных ЭВМ.

Большинство программных модулей реализуется на языке Фортран. Как и другие языки высокого уровня, он обеспечивает хорошую мобильность модулей, реализуемых вычислительные алгоритмы<sup>3/</sup>. Низкой стоимости переноса всего комплекса программ планируется достигнуть за счет тщательного проектирования структуры программы и локализации машиннозависимых операций над данными в небольшом числе модулей.

#### Предварительная фильтрация событий

Технологическая цель измерения фотоснимков и обработки получаемой информации, как правило, складывается из нескольких этапов (последовательных задач) обработки данных. Отдельный этап обработки данных предназначается для выполнения одной или нескольких логических фаз анализа стереоснимка, которые реализуются в системе некоторой совокупностью процессов. Проектирование технологической цели представляет собой творческую задачу, на решение которой оказывают влияние такие факторы, как исходные внешние требования к системе, выбор основных целей, состав и характеристики технических средств, а также те концепции, которых придерживаются разработчики математического обеспечения системы.

Отсев информации, фоновой по отношению к исследуемому событию, обладает большими достоинствами, если он выполняется на возможно более ранней стадии в технологической цепи обработки фотоснимков. Подобная операция селективного отбора информации сокращает общий объем данных, передаваемых последующим фазам анализа, снижает интенсивность потоков данных внутри системы и потребность в таких ресурсах, как память и время процессора.

Для достижения хорошей адаптируемости разрабатываемого программного обеспечения операция предварительного селективного отбора, или операция префильтрации, рассматривается как отдельный процесс в системе, который на соответствующем этапе конкретной технологической цели может выступать как в роли одного из взаимодействующих процессов обработки данных, так и в роли основного обрабатываемого процесса.

Ресурс процессора, затрачиваемый на фильтрацию одного события в системе MG, в значительно большей степени зависит от объема фоновой информации во входных данных, чем это имеет место в системе RG. При фильтрации события в системе MG усиление фона заметно увеличивает общее число попыток установления связей между элементами входных данных, что является следствием ограниченности априорных сведений об обрабатываемом событии. Чем выше селективность и эффектив-

ность предфильтра и чем сильнее выражена зависимость времени фильтрации от объема фоновой информации, тем в большей степени предварительная фильтрация данных положительно влияет на эффективность системы в целом (в контексте данного сообщения под эффективностью подразумевается производительность, или пропускная способность).

Предфильтр с селективностью, оправдывающей его применение в условиях массовой обработки фотоснимков, может быть лишь проблемно-ориентированным, учитывающим некоторые общие характеристики, присущие всему классу событий, для которых проектируется и настраивается предфильтр. Главная особенность предфильтра состоит в том, что в процессе обработки входного потока данных он не вырабатывает информации, дополняющей априорные сведения об анализируемых событиях. Априорная информация подготавливается на стадии просмотра фотополюск и поступает в систему в цифровой форме, образуя цифровую маску, или просто маску события. Отредактированная совокупность данных, составляющих цифровую маску события, в том виде, в каком она поступает на вход этапа технологической цепи, включающего в себя предфильтр, представляет собой согласно принятой нами терминологии маску во внешней форме представления, или внешнюю маску. В общем случае до инициализации процесса предфильтрации маска должна быть преобразована к внутренней форме представления в соответствии с внешними спецификациями предфильтра. Эту функцию сопряжения двух форм представления выполняет интерфейсный программный модуль. Отладка предфильтра и экспериментальная работа с программным комплексом, включающим в себя предфильтр, проводилась с использованием готовых масок системы RG. Формирование внутренней маски MG на основании внешней маски RG выполняет подготовленный для этой цели программный модуль MSKFUN.

Важнейшей частью внутренней маски MG, с которой оперирует предфильтр, является совокупность дескрипторов вершин взаимодействий. Дескриптор вершины  $D_v$  содержит следующие атрибуты:

1. Координаты вершины  $P_v(x_v, y_v)$ .
2. Признак, указывающий на вхождение пучкового трека в вершину.
3. Признак, указывающий на присутствие вторичного трека, для оцифровки которого в окрестности вершины требуется так называемая эбормельная мода сканирования на НРД.
4. Признак, указывающий на отсутствие вторичных треков в задней полусфере.
5. Сектор  $\theta_{\text{max}}$ , содержащий внутри себя углы выходы всех вторичных треков, связанных с данной вершиной.

Атрибуты 2-5 факультативны и предназначены для использования в тех случаях, когда необходимо повысить селективность предфильтра. В

созданном варианте префильтра внутренняя маска MG может содержать до 10 дескрипторов вершин.

С каждой вершиной может быть связана прямоугольная зона, внутри которой префильтр сохраняет все трек-элементы (ТЭ), принятые от спецпроцессора SPP.

При реализации эффективного алгоритма фильтрации мы ввели правило ограничения трека, которое не противоречит инструкциям, действующим на протяжении всех лет массовой обработки фотоснимков с гидководородных пузырьковых камер в ОИЯИ. Введенное правило допускает обрешение трека в некоторой точке, где взимутальный угол при движении от вершины изменяется на  $90^{\circ}$ – $180^{\circ}$  по сравнению с начальным значением. Алгоритм префильтрации исходит из круговой модели треков. Возможные отклонения от идеальной модели учитываются путем задания пороговых констант.

Прежде чем перейти к краткому описанию алгоритма префильтрации, напомним, что выходные данные спецпроцессора SPP есть результат преобразования отсчетов NPD в линейные сегменты, которые мы именуем трек-элементами и обозначаем как ТЭ. Каждый трек-элемент ТЭ полностью определен координатами центра тяжести  $\vec{P}_{TЭ}$  ( $X_{TЭ}$ ,  $Y_{TЭ}$ ) породивших его отсчетов, числом  $W_{TЭ}$  этих отсчетов, наклоном  $U_{TЭ}$  (в инструментальных единицах измерения) и идентификатором I, присвоенным этому трек-элементу при его формировании в SPP.

В рамках этого раздела мы остановимся на геометрическом смысле условий, проверяемых на отдельных шагах выполнения алгоритма префильтрации. Используя их, читатель при необходимости сможет самостоятельно восстановить полную схему алгоритма.

Пара  $(D_v, TЭ)$  однозначно задает окружность (круговой трек), проходящую через вершину и трек-элемент и согласованную в точке  $\vec{P}_{TЭ}$  с  $U_{TЭ}$  (см. схему на рис. 1). Для оцифровки кругового трека из NPD требуется две моды сканирования: нормальная (мода  $0^{\circ}$ ) и абсорбционная (мода  $90^{\circ}$ ), при этом круговой трек всеми условиями сканирования естественно разбивается на 4 сегмента. Сегмент, которому принадлежит вершина, будем считать первым. Остальные сегменты будем нумеровать в направлении движения от вершины к ТЭ по кратчайшей дуге (эту дугу будем дальше именовать связывающей). Пусть  $N_{s, TЭ}$  – номер сегмента, которому принадлежит тестируемый трек-элемент. Первое условие, при выполнении которого ТЭ считается фоновым и отбрасывается, имеет вид

$$N_{s, TЭ} > 2. \quad (1a)$$

Из (1a) вытекает упомянутое выше правило ограничения трека. Примене-



ние правила (Iв) означает, что после полной обработки всего фотоснимка (возможно, с использованием обеих мод сканирования) на выходе префильтра трек может быть представлен не более чем двумя сегментами, оцифрованными при разных модах сканирования.

Сформулируем условие (Iв) на языке исходных данных. Для этого рассмотрим множество величин  $\{\Gamma_i\}$ , определяемых выражением

$$\Gamma_i = 2\varphi - F \cdot U_{T3} + 2\pi n_i,$$

где

$$\varphi = \arctg((Y_{T3} - Y_v) / (X_{T3} - X_v)),$$

F — цена инструментального отсчета угла ТЭ,

$n_i$  — произвольные целые числа.

Определим  $\Gamma_0$ , выбрав  $n_0$  так, чтобы удовлетворялось неравенство

$$0 \leq \Gamma_0 < 2\pi.$$

Тогда (Iв) может быть заменено равносильным условием

$$\pi < \Gamma_0 < \frac{3\pi}{2}. \quad (1б)$$

Трек-элемент, успешно прошедший испытание на принадлежность к первым двум сегментам связывающей дуги, подвергается серии тестов, которая зависит от значений атрибутов, входящих в дескриптор вершины. Для тестирования необходимо предварительно вычислить угол касательной к связывающей дуге в точке вершины, который обозначим как  $\gamma_0$ . Схеме вычисления  $\gamma_0$  аналогична. Рассматривается множество величин  $\{\gamma_j\}$ , определяемых выражением

$$\gamma_j = 2\varphi - F \cdot U_{T3} + \pi \cdot m_j,$$

где  $m_j$  — произвольные целые числа.

Выбрав  $m_0$  так, чтобы удовлетворялось условие

$$\gamma_0 \in \left[-\frac{\pi}{2}, \frac{\pi}{2}\right],$$

получим искомое значение угла касательной к связывающей дуге в точке вершины.

Дескриптор вершины определяет, какие из следующих достаточно простых тестов будут произведены над ТЭ. Так, если дескриптор указывает на отсутствие вторичных треков, требующих аномального сканирования в окрестности вершины, условием отбрасывания ТЭ будет выполнение неравенства

$$\gamma_0 > \gamma_{00}, \quad (2)$$

где  $\gamma_{00}$  — предельное значение угла наклона линейного объекта, ког-

де еще допустимо использование нормальной моды сканирования для его оцифровки. Если для рассматриваемого случая ТЭ не отвергнут тестом (2), то проверяется справедливость неравенства

$$Y_v > Y_{\max}, \quad (3)$$

при выполнении которого ТЕ будет отвергнут.

Непомним, что большинство атрибутов дескриптора факультативно. Поэтому, в частности, модуль формирования внутренней маски полагает  $Y_{\max} = Y_{90}$ , если внешняя маска не содержит информации о  $Y_{\max}$ .

Если дескриптор вершины указывает на отсутствие вторичных треков, выходящих в заднюю полусферу, условием отбрасывания ТЭ будет выполнение неравенства

$$X_{TЭ} < X_v. \quad (4)$$

При тестировании трек-элемента ТЭ условие (4) проверяется неявно, поскольку подмножество активных вершин, для которых проводятся эти тесты на текущем слайсе кадра, т.е. в окрестности  $X_{TЭ}$ , задается динамически формируемой структурой, управляющей процессом предфильтрации. Тесты проводятся с учетом точности измерения маски событий на просмотрово-измерительных столах.

Трек-элементы ТЭ, принадлежащие прямоугольной зоне с центром в точке вершины, не подвергаются тестам (1)-(4) и передаются на выход предфильтра независимо от ориентации трек-элемента.

Если с вершиной  $V$  связан пучковый трек, то предфильтр передает на выход те трек-элементы, которые удовлетворяют одновременно следующим трем условиям:

$$|Y_{TЭ} - Y_{пт}(X_{TЭ})| < d_y(X_v - X_{TЭ}), \quad (5a)$$

$$|U_{TЭ} - U_{пт}(X_{TЭ})| < d_u(X_v - X_{TЭ}), \quad (5б)$$

$$X_{TЭ} < d_x(X_v), \quad (5в)$$

где

$Y_{пт}(X_{TЭ})$  - вычисленная для  $X = X_{TЭ}$  координата  $Y$  эталонного пучкового трека, проходящего через вершину  $P_v(X_v, Y_v)$ ;

$U_{пт}(X_{TЭ})$  - угол касательной к эталонному пучковому треку при  $X = X_{TЭ}$ ;

$d_y(X_v - X_{TЭ})$  и  $d_u(X_v - X_{TЭ})$  - расстояния, являющиеся функциями расстояния между вершиной и трек-элементом;

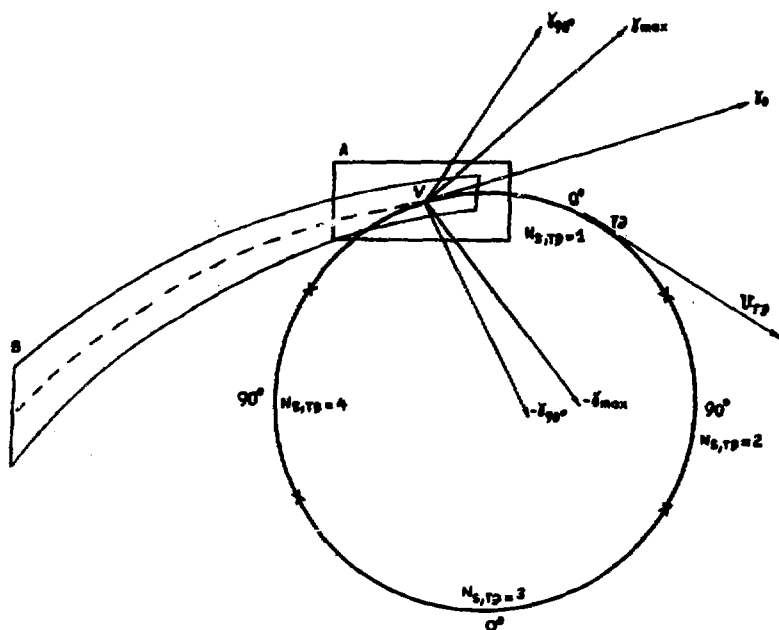


Рис. 1.  $V$  - вершина события;  $A$  - зона вершины;  $B$  - зона пучкового трека;  $N_{с,тэ}$  - порядковые номера сегментов кругового трека, порожденного трех-элементом ТУ и вершиной  $V$ ;  $\gamma_{90}^0$  - предельный угол трека, допускающий использование моды сканирования  $0^0$ ;  $\gamma_{max}$  - предельный угол выхода вторичных треков из вершины;  $\gamma_0$  - угол касательной к круговому треку в точке вершины.

$d_x(x_v)$  - конечная координата прослеживания пучкового трека данной вершины.

Отдельная ветвь алгоритма предфильтрации, реализующая тесты (5а)-(5в), введена с целью существенного повышения селективности и эффективности предфильтра при работе с вершинами, не имеющими вторичных треков в задней полусфере (такие вершины составляет обычно явное большинство).

Кроме селектирования трековой информации предфильтр обеспечивает опознавание реперных крестов. Выделение составляющих реперного

Таблице

	Кадр I42 Проекция I Рулон 76	Кадр I82 Проекция I Рулон 75
Число треков в событии	4	4
Максимальный угол $\gamma_{\max}$ выхода вторичных треков	28°	47°
Объем данных на выходе НРД	3870I коорд. или 1935I слов CDC-1604A	65839 коорд. или 32920 слов CDC-1604A
Объем данных на выходе ЗНР	1069 ТЕ или 1604 слова CDC-1604A	3098 ТЕ или 4647 слов CDC-1604A
Объем данных на выходе предфильтра	278 ТЕ или 417 слов CDC-1604A	1400 ТЕ или 2100 слов CDC-1604A
Время ЦП CDC-6500, затрачен- ное на фильтрацию всех тре- ков кадра: А. Без предфильтра Б. С предфильтром	5,3 с 0,6 с	30,5 с 8,6 с

креста (плеч репера) производится методом прослеживания, который является частным случаем обычно применяемого метода фильтрации треков. Алгоритм опознавания рассчитан на большую фоковую загрузку в окрестности реперного креста. Движный вариант предфильтра обеспечивает опознавание до 52 реперных крестов за одно сканирование фотоснимка на НРД, что позволит в дальнейшем: а) достаточно просто использовать его при построении программного комплекса калибровки отсчетной системы НРД и б) при рабочих измерениях фотоснимков физического эксперимента вводить коррекцию нелинейных искажений результатов обработки, которые могут быть как следствием деформации фотопленки в фильмовых кассетах НРД и трекового детектора, так и следствием неидеальности оптики аппаратуры или механической части сканатора.

Для отладки префильтра и проведения методических исследований был подготовлен для ЭВМ CDC-1604A программный комплекс, состоящий из 84 подпрограмм на Фортране, из которых 46 приходится на собственно префильтр. В основу этого комплекса положена схема организации управляющих программ, описанная в работе<sup>4/</sup>. Проверка корректности программной реализации префильтра проводилась в 2 этапа.

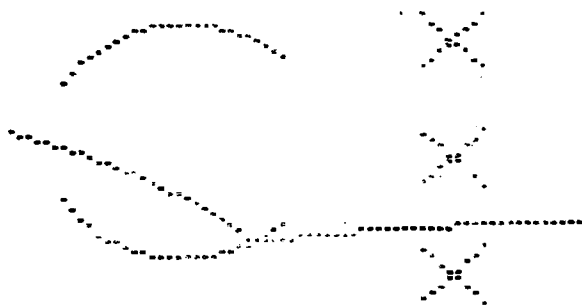


Рис. 2а. Графическая распечатка результатов математического моделирования процесса сканирования (мода  $0^{\circ}$ ) и последующего преобразования их в трек-элементе. Плечи реперных крестов под углом  $\pm 45^{\circ}$ , угол выхода прямого трека  $35^{\circ}$ , угол выхода кругового трека  $30^{\circ}$ .

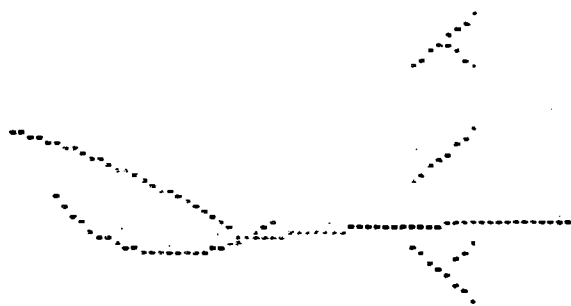


Рис. 2б. Данные рисунка 2а после префильтра. Условия предварительной фильтрации: 1)  $Y_{\max} = 45^{\circ}$ , 2) дескриптор вершины осадки: а) признак выхода вторичных треков под большим углом (больше  $Y_{90}$ ) и б) признак наличия вторичных треков в задней полушаре.



Рис. 2в. Данные рисунка 2а после предфильтрации. Условия предварительной фильтрации: 1)  $\gamma_{\max} = 32^{\circ}$ , 2) дескриптор вершины указывает на а) отсутствие выхода вторичных треков под углами более  $\gamma_{90}$  и б) наличие вторичных треков в задней полусфере.

На первом этапе для строгой проверки корректности логики программных модулей, а затем и всего предфильтра, был подготовлен программный генератор данных в HFD-формате, выполняющий математическое моделирование процесса сканирования фотоснимка, что позволило достаточно быстро протестировать многочисленные ветви алгоритма предварительной фильтрации данных SFR. Заметим, что на этом этапе строгая проверка на реальных событиях была бы чрезвычайно затруднительна (если вообще возможно), так как маска отображает событие неточно и неполно, а на результаты оцифровки события на HFD непосредственно влияет качество фотоснимка и настройка самого сканирующего автомата. На рис. 2а,б,в приведен пример, иллюстрирующий работу алгоритма предварительной фильтрации.

Второй этап проверки корректности предфильтра позволял получать наглядное подтверждение при работе с реальными событиями на фотоснимках с однометровой жидководородной пузырьковой камере ОИЯИ. Для этого программа он-лайн системы КБ (CASE 1 /5/) была модифицирована так, чтобы при сканировании фотоснимков все данные, поступившие от HFD, копировались на выходную магнитную ленту, в дополнение к стандартным выходным данным CASE 1. Лента, сформированная при сканировании 50 стереокадров 45-й заливки однометровой камеры, служила источником входных данных при проведении исследований. Чтобы обеспечить стабильность преобразования данных из HFD-представления в представление SFR, использовался эмулятор SFR. Рис. 3а,б и 4а,б, наглядно иллюстрируют эффект предварительной фильтрации для двух кадров, а рис. 5а,б — для окрестности одного из треков события (кривизна трека убрана).

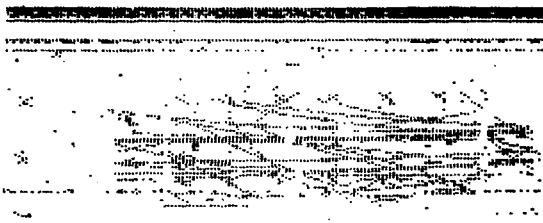


Рис. 3а. Графическая распечатка выходных данных спектропроцессора SМР.  
Проекция I, кадр I82, рулон 76.

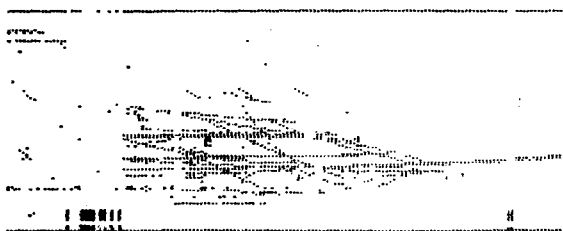


Рис. 3б. Данные рисунка 3а после префильтра.

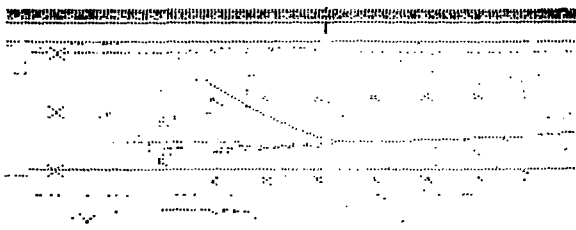


Рис. 4а. Графическая распечатка выходных данных спектропроцессора SМР.  
Проекция I, кадр I42, рулон 76.

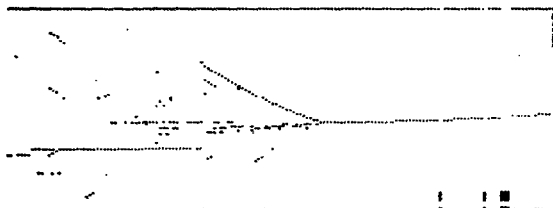


Рис. 4б. Данные рисунка 4а после префильтра.

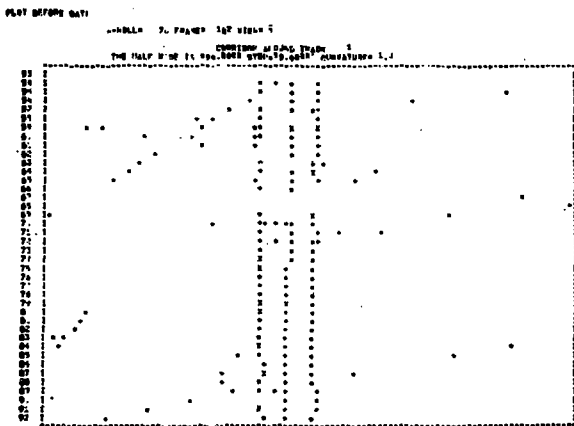


Рис. 5а. Графическая распечатка окрестности  $\pm 1,5$  мм одного из треков события на проекции I (кадр 182, рулон 76). Отношение масштабов осей  $M_x:M_y = 1:12$ . Кривизна трека убрана.

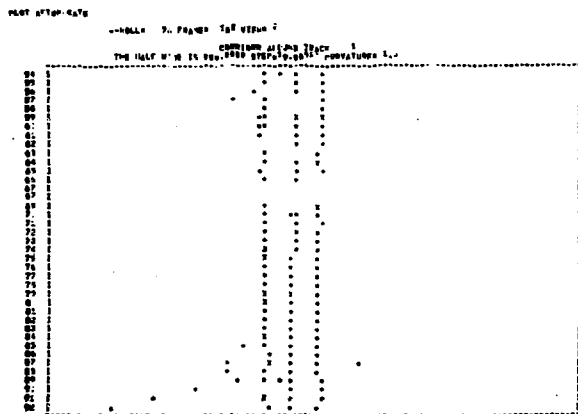


Рис. 5б. Данные рисунка 5а после предфильтра.



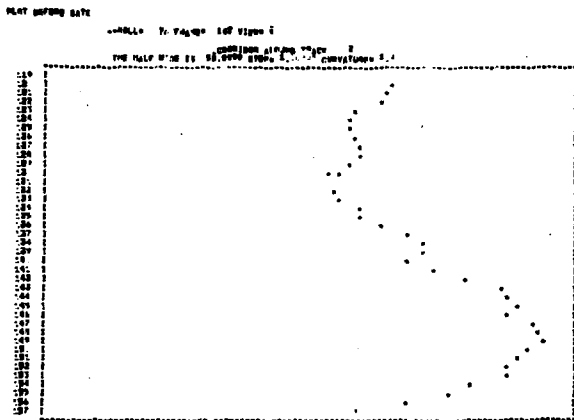


Рис. 6а. Графическая распечатка одного из треков события на проекции I (кадр 142, рулон 76) после полной фильтрации без использования префильтра. Отношение масштабов осей  $M_x : M_y = 1:250$ .

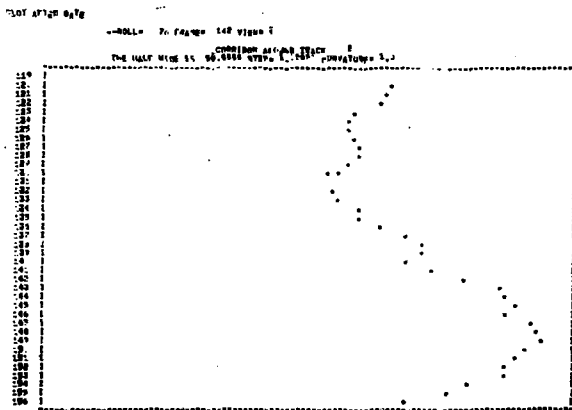


Рис. 6б. Тот же трек, что и на рис. 6а, отфильтрованный с использованием префильтра. По оси  $x$  отложены отклонения трек-элементов от края кругового трека, проведенного через 3 точки марки 26.

Выходные данные префилтера записывались на магнитные ленты (по одной ленте на каждую проекцию фотопленки). Затем с помощью программы объединения-редендрования формировалась лента для программы фильтрации событий, поставленной на ЭВМ CDC-6500. Аналогично готовилась лента для программы фильтрации событий в обход префилтера. В таблице приведены данные, касающиеся времени фильтрации двух событий и степени сжатия данных по мере продвижения информации от НРД к программе фильтрации для обоих случаев. Рис. 68,б содержит графическую распечатку отфильтрованного трека для случая с применением префилтера и без него. Идентичность результатов иллюстрирует тот факт, что префилтер в процессе своей работы не выбрасывает полезной информации, относящейся к первым двум сегментам треков события.

Заметим, что ранее созданный префилтер<sup>6/</sup> рассчитан на обработку фотоснимков только в таких физических экспериментах, где допустимо жесткое ограничение сверху на кривизну всех треков (в частности, трек не может состоять из двух сегментов, требующих двух мод сканирования на НРД). Ослабление этого ограничения приводит к быстрой потере селективности префилтера либо к непредсказуемой потере информации при попытке удержания селективности на приемлемом уровне.

1. Bacilieri P., Ghiselli A., Masetti M.  
Nucl. Instr. and Meth., 1979, 160, p. 353.
2. Бегинян С.А. и др. ОИИИ, РЮ-10898, Дубна, 1977;  
Бегинян С.А. и др. ОИИИ, РЮ-12327, Дубна, 1979.
3. Браун П. микропроцессоры и мобильность программного обеспечения.  
"Мир", М., 1977.
4. Бедалян С.Г. и др. ОИИИ, Ю-10348, Дубна, 1976.
5. Шигаев В.Н. ОИИИ, Ю-6799, Дубна, 1972.
6. Venturi D. Il Programma NAZE Minima Guida.  
INFN, CNAP, Bologna.

Рукопись поступила в издательский отдел  
30 марта 1982 года.

Багинян С.А. и др.

P10-82-238

Система минимального управления. Алгоритм и особенности реализации программы предварительной фильтрации данных спецпроцессора SHP

Рассматривается проблема математического обеспечения измерительной системы на базе сканирующего автомата HPD и спецпроцессора SHP для обработки фотоснимков с жидководородных пузырьковых камер с использованием минимальной априорной информации об измеряемых событиях /система минимального управления/. Излагается алгоритм и особенности реализации программы, выполняющей функцию селективного фильтра и сжатия результатов сканирования. Приводятся примеры, иллюстрирующие работу программы при сканировании фотоснимков с однометровой жидководородной пузырьковой камеры ОИЯИ.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1982

Baginian S.A. et al.

P10-82-238

Software Development Minimum Guidance System. Algorithm and Specifications of Realizing Special Hardware Processor Data Prefilter Program.

Software development minimum guidance system for measuring pictures of bubble chamber on the base of a scanner /HPD/ and special hardware processor /SHP/ is described. The algorithm of selective filter is proposed. The local software structure and functional specifications of its major parts are described. Some examples of processing picture from HBC-1 /JINR/ are also presented.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1982

Перевод О.С.Виноградовой.

Редактор Т.Я.Жабицкая.

Макет Н.А.Киселевой.

Подписано в печать 19.04.82.

Формат 60x90/16. Офсетная печать. Уч.-изд.листов 1,19.

Тираж 445. Заказ 31143.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований.  
Дубна Московской области.