

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

10-84-747

Н.В.Барашенкова, В.В.Вишняков, Э.Д.Лапчик,
Л.К.Лыткин, И.Л.Писарев, В.Н.Шкунденков

**ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОБРАБОТКИ
НА АЭЛТ-2/160
СНИМКОВ МИС СО СЛОЖНОЙ ТОПОЛОГИЕЙ**

1984

1. ФИЗИЧЕСКАЯ ЗАДАЧА

1.1. На магнитном искровом спектрометре /установка МИС//1,2/, который использовался для исследования определенного круга задач в экспериментальной физике высоких энергий, выполнен ряд экспериментов с повышенной сложностью топологии подлежащих обработке событий.

К таким экспериментам относится задача исследования спектра эффективных масс двух протонов, разлетающихся в противоположные стороны, в π -A-взаимодействиях при импульсе 40 ГэВ/с.

1.2. В этом эксперименте значительная часть событий, зарегистрированных на фотопленке, содержит большое количество пересекающихся треков, укороченных треков, искры которых имеют очень слабую интенсивность /контрастность/, а часть - вообще отсутствует. Возникают большие трудности с автоматическим распознаванием таких треков и нахождением соответствующих проекций их на видах, что приводит к необходимости привлекать оператора в процессе измерения. Сложность распознавания и измерения этих событий обусловила целесообразность использования автомата АЭЛТ-2/160/3,4/, который показал свою пригодность для организации на его основе диалоговой системы обработки снимков с МИС/5/. Остаточная ошибка калибровки, определяющая собственную точность автомата АЭЛТ-2/160, равна $\sigma = 1,7 \pm 0,3$ мкм, что значительно меньше ошибки, вносимой в данном эксперименте в результаты обработки из-за разброса положений искр в спектрометре.

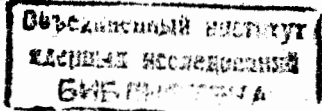
2. ОРГАНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ ОБРАБОТКИ

Особенностью данной физической задачи является ограниченное количество подлежащих обработке фотоснимков - около 10 тыс. стереопар, что позволило отказаться в этой работе от использования полуавтоматов для повторного измерения неудачно обработанных событий. Требуемая достаточно высокая эффективность обработки в данном случае, в условиях ограниченного времени работы системы, обеспечена многократным измерением событий, получивших отказ, на АЭЛТ-2/160.

3. МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ.

ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ

3.1. Разработка математического обеспечения выполнена с использованием операционной системы ОС-4/220-Дубна/6/.



3.2. На рис.1 приведена блок-схема программного комплекса системы, управляющего ее работой. Комплекс работает с использованием двух ЭВМ: управляющей машины БЭСМ-4, которая выполняет функции диспетчера, и большой ЭВМ CDC-6500 в режиме off-line, которая организует фильтрацию полезной информации и контроль ее качества; в случае неудовлетворительного качества поступившей на обработку информации дальнейшая ее обработка прекращается и организуется повторная обработка таких событий на АЭЛТ-2/160.

3.3. Снимки перед обработкой на сканирующем автомате АЭЛТ-2/160 просматриваются на просмотрно-измерительных столах, и на каждое событие, подлежащее обработке, составляется паспорт. Данные паспорта записываются на магнитную ленту ЭВМ БЭСМ-4 и используются в процессе обработки фотоснимков.

3.4. С помощью функциональной клавиатуры оператор задает режим работы программного комплекса в зависимости от сложности события, что позволяет оптимизировать процесс обработки событий. Включенный в систему обработки терминал ВТ-340 дает оператору информацию о номере подлежащего обработке события, количестве треков на снимке, возможности подбора уровня дискриминации при измерении крестов и треков и вывода сложного участка измерения на дисплей-лупу, а также другую информацию. Требуемая точность установки снимка /0,2 мм на пленке/ достигается протяжкой фильма и совмещением первого реперного креста на нем с меткой на столе.

3.5. После установки фильма происходит автоматическое измерение и распознавание реперных крестов, которые имеют постоянную контрастность изображения, большую зашумленность, на некоторых крестах отсутствуют отдельные плечи. Программа распознавания крестов использует метод поворотных гистограмм, метод наименьших квадратов, предусматривает индивидуальный подбор оптимального уровня дискриминации для каждого реперного креста. Этот уровень записывается на МЛ для того, чтобы его можно было использовать на следующем событии, не затрачивая времени на его подбор. Измерения обеспечивают точность определения центров крестов со среднеквадратичным разбросом 2,3 мкм и максимальным, не превышающим 2,8 мкм /для крестов 2x2 мм/.

3.6. Затем с помощью функциональной клавиатуры оператор дает приказ для измерения треков. На 1 этапе сканирование ведется по всем десяти искровым промежуткам растром с такой плотностью строк, чтобы на каждой искре было измерено не менее трех точек. При этом имеется возможность вывода результатов измерения с каждого искрового промежутка на дисплей-лупу, подбора индивидуального уровня дискриминации для обмера особо слабых искр, запоми-

нания этого уровня для обработки последующих снимков, циклического мониторингового режима измерения каждого искрового промежутка, многократного измерения всего снимка для получения наиболее полной информации с обрабатываемого события.

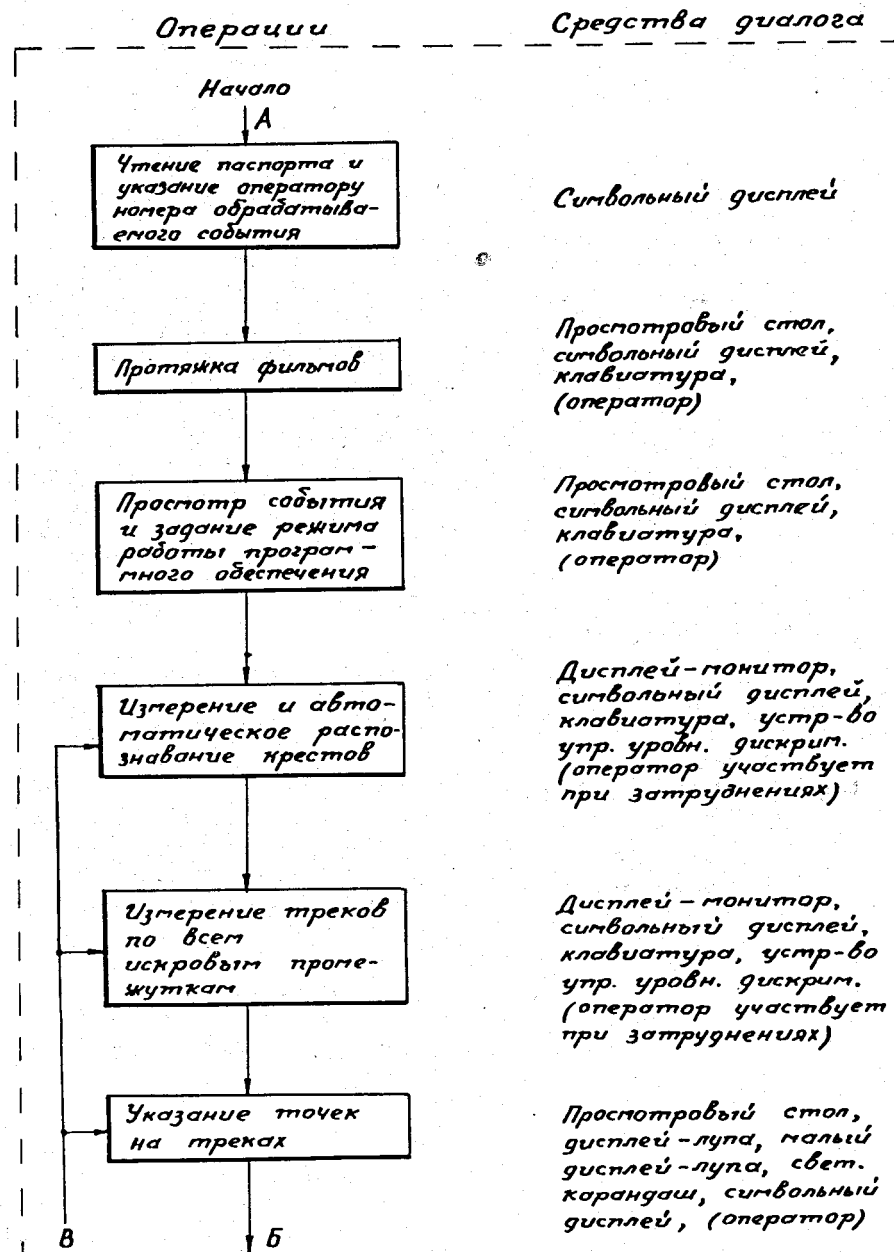


Рис.1а. Блок-схема программного комплекса.

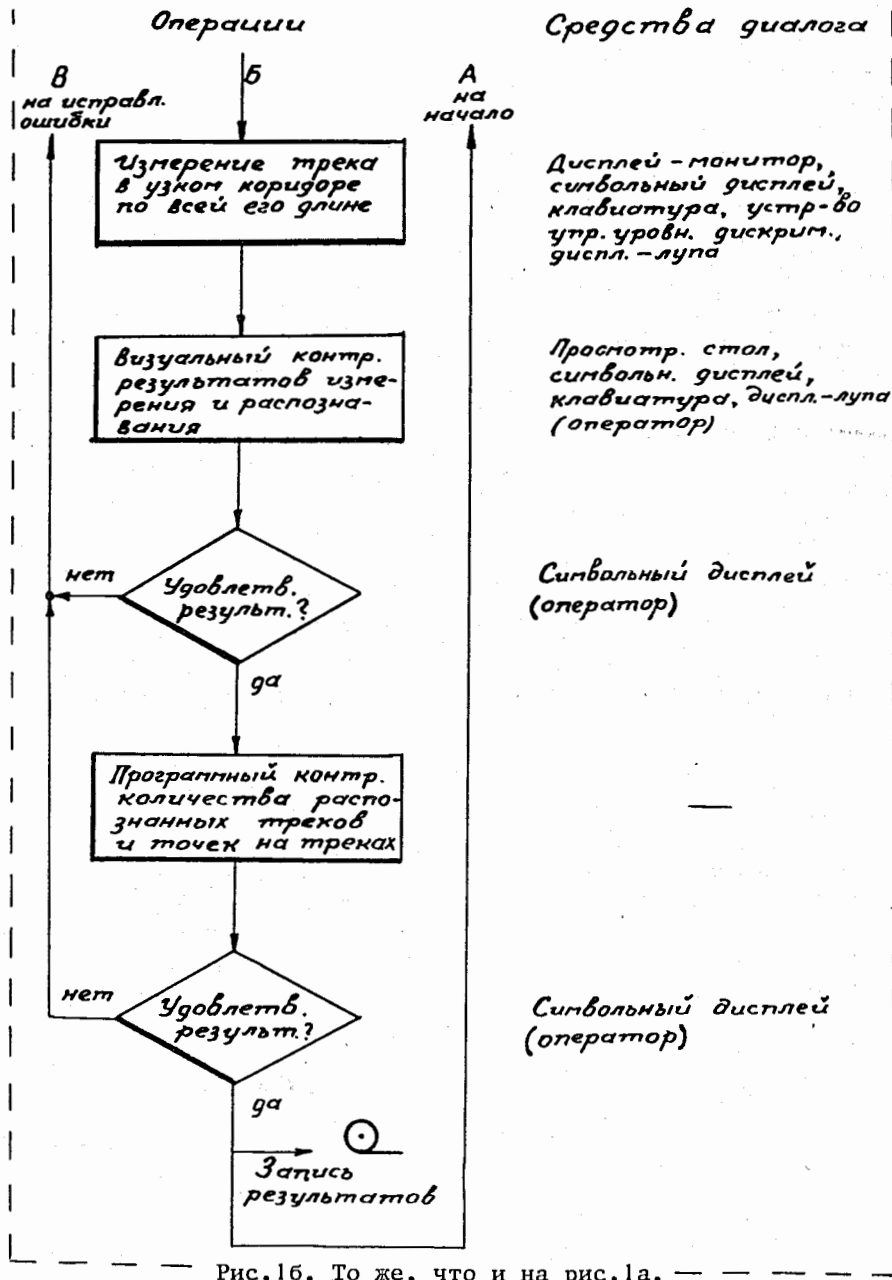


Рис.1б. То же, что и на рис.1а.

3.7. Полученная в результате этого информация фильтруется /выбрасываются случайные отсчеты, слившиеся искры/ и выводится на дисплей-лупу для мечения master-точек на треках.

3.8. С помощью светового карандаша оператор указывает на каждом треке по три точки, через которые затем проводится окружность, задающая направление для последующего сканирования в узком "коридоре" по всему треку.

На втором этапе измерение ведется узким слайсом в заданном "коридоре" так, чтобы на каждой искре было уже 8-10 точек.

На рис.2 приведено типовое 9-трековое событие /две проекции/, относящееся к данному эксперименту, и схематично показаны этапы его обработки.

3.9. Номера измеренных треков задаются нажатием клавиши функциональной клавиатуры перед переходом к обработке следующего трека. При измерении треков ведется автоматический контроль количества распознанных треков /сравнивается с паспортными данными/ и точек на каждом треке. В случае обнаружения ошибки загорается красным светом транспарант, и на экране дисплея ВТ-340 появляется сообщение оператору о типе ошибки. Этот контроль позволяет устранить наиболее часто встречающиеся ошибки оператора и, благодаря этому, в сочетании с описанным выше визуальным контролем повысить эффективность работы измерительной системы до сравнительно высокого уровня /~80-85%/.

3.10. Если ошибок нет, то результаты измерений записываются на магнитную ленту ЭВМ БЭСМ-4.

3.11. После записи результатов на магнитную ленту обработка данного события на этом заканчивается, и программа уходит на начало для организации обработки следующего события.

3.12. Используя данные измерения и распознавания обрабатываемого события, ЭВМ CDC-6500 организует в off-line режиме фильтрацию полезной информации, анализируя качество поступившей информации. В случае неудовлетворительного качества поступившей на обработку информации ее дальнейшая обработка на CDC-6500 прекращается, и события, получившие отказ, затем проходят повторную обработку на АЭЛТ-2/160.

3.13. Если же результаты обработки на этапе фильтрации являются удовлетворительными, то для каждой найденной master-точки треков, а также для центров реперных крестов проводится коррекция по калибровочным данным, хранящимся на диске ЭВМ CDC-6500.

3.14. Откалиброванные данные используются для контрольного геометрического восстановления треков в пространстве, с целью проверки треков на "гладкость" и на совпадение в заданных пределах пространственной вершины события с мишенью. Этот контроль дает окончательное заключение об отсутствии ошибок в результатах измерения и распознавания события. Забракованные события поступают на повторную обработку на АЭЛТ-2/160.

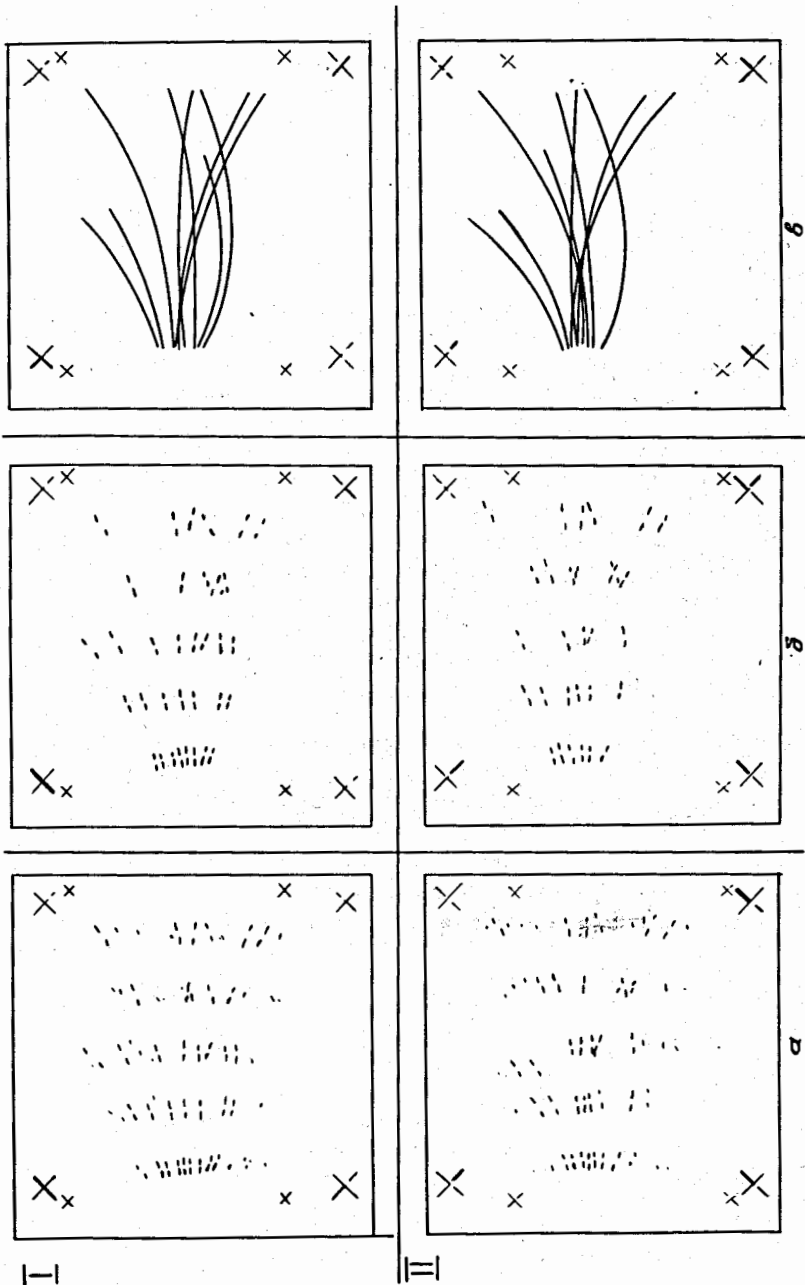


Рис.2. Типовое событие эксперимента; а - результаты после сканирования на I этапе всех 10 искровых промежутков; б - результаты сканирования вдоль всего трека в узком "коридоре"; в - изображение траектории каждого трека на дисплее-лупе для сравнения с исходными данными после просмотра.

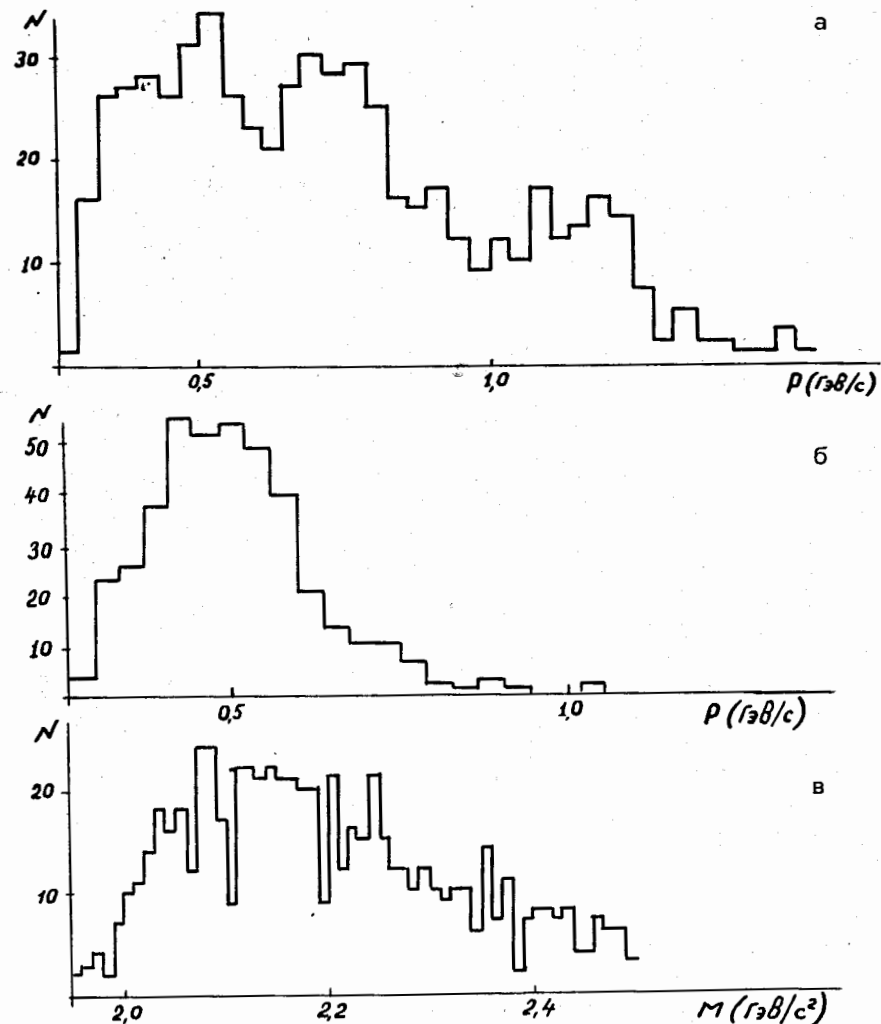


Рис.3. Предварительные физические результаты обработки данных.

3.15. Если результаты контрольной обработки на ЭВМ CDC-6500 положительны, то осуществляется окончательная обработка по программам геометрической реконструкции и физического анализа.

4. ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТЬ СИСТЕМЫ

Производительность системы составляет в среднем 8-10 событий в час. Это соответствует 40-50% от максимально возможной произ-

водительности, которая могла бы быть достигнута за счет дальнейшего усовершенствования математического обеспечения, но оно не имеет смысла из-за небольшого количества фотоснимков и ограниченного времени эксплуатации данной системы. Высокая окончательная эффективность обработки /90-95%/, как уже отмечалось выше, достигается многократной обработкой событий, получивших отказ, на АЭЛТ-2/160.

Система была введена в эксплуатацию в июне 1983 года, и в течение года на ней было обработано около 10 тысяч событий в указанном эксперименте. Число треков, подлежащих измерению, на отдельных событиях достигало 9, в среднем на событии было 4 трека.

5. РЕЗУЛЬТАТЫ ПРЕДВАРИТЕЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ

На рис.3 представлены результаты, полученные на части статистики измеренных событий:

а - спектр импульсов положительных частиц, вылетающих вперед в реакции $\pi^- \text{Cu}$ при импульсе налетающих пионов 40 ГэВ/с /обрезание при $\sim 0,3$ и $\sim 1,2$ ГэВ/с связано с условиями отбора треков/;

б - спектр импульсов положительных частиц, вылетающих в заднюю полусферу /обрезание при малых импульсах обусловлено геометрией триггерной системы спектрометра/;

в - спектр эффективных масс двух положительно заряженных частиц, вылетающих в противоположных направлениях, в предположении, что обе частицы являются протонами.

Авторы благодарят В.П.Лобанову, А.А.Белозерову, Г.И.Дрондину за помощь, оказанную в организации обработки, и В.И.Комарову, В.И.Никанорову, К.П.Вишневскую за обсуждение изложенного материала.

ЛИТЕРАТУРА

1. Анджеяк Р. и др. ОИЯИ, 13-3588, Дубна, 1967.
2. Lytkin L.K. et al. JINR, E1-10719, Dubna, 1977.
3. Баранчук М.К. и др. Труды Семинара по обработке физической информации. Агверан, 1975. Изд-во ЕрФИ, Ереван, 1976, с.314-321; ОИЯИ, P10-8861, Дубна, 1975.
4. Байла И. и др. ОИЯИ, P10-12990, Дубна, 1979.
5. Байла И. и др. ОИЯИ, P10-80-430, Дубна, 1980.
6. Сенченко В.А. ОИЯИ, B1-11-10190, Дубна, 1976.

Рукопись поступила в издательский отдел
22 ноября 1984 года.

Барашенкова Н.В. и др.
Программный комплекс обработки на АЭЛТ-2/160
снимков МИС со сложной топологией

10-84-747

Описана система обработки снимков МИС со сложной топологией, построенная на основе сканирующего автомата с управляемой от ЭВМ электронно-лучевой трубкой АЭЛТ-2/160. Сложность распознавания и измерения событий, содержащих большое количество пересекающихся треков, укороченных треков, искры которых имеют очень слабую интенсивность, обусловила необходимость организации диалогового режима работы на этапе распознавания. Система находится в эксплуатации с июня 1983 года. В течение года на ней было обработано около 10 тысяч событий.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1984

Перевод О.С.Виноградовой

Barashenkova N.V. et al.
Program System for Processing Films from MIS Device
with a Complex Topology on AELT-2/160 Computer Scanner

10-84-747

A system for processing films with a complex topology from MIS device is described. It has been constructed on the base of AELT-2/160 CRT computer scanner. A high complexity of topology of events which contain a big number of intersecting and of shortened tracks, whose sparks have an extremely weak intensity caused the need for organizing the dialogue regime of operation at the stage of recognition. The system has been in operation from June, 1983. Approx. 10000 event have been processed during one year.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1984