

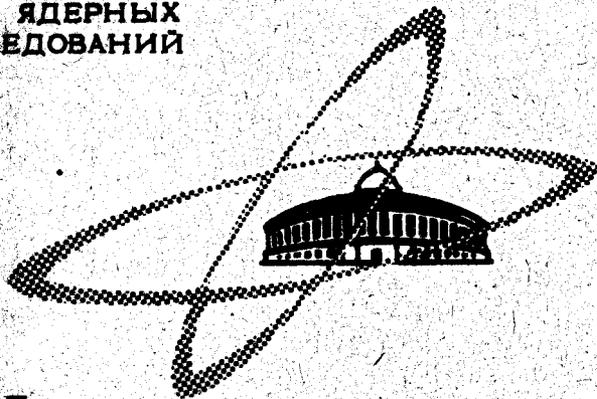
5-904

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

9/XII-69

P11 - 4762

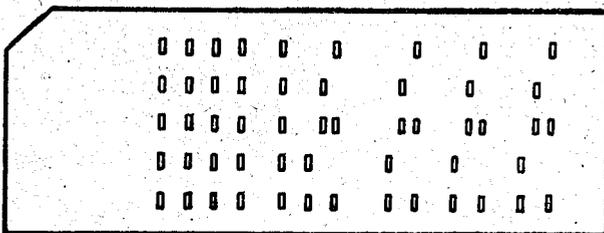


ЛАБОРАТОРИЯ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ
И АВТОМАТИЗАЦИИ

Н.А. Буздавина, П. Бухголец, Н.Н. Говорун,
В.Г. Иванов, И.М. Иванченко, Д. Карл,
Х. Кауфман, А.Ф. Лукьянцев, Д. Хаммер,
Э. Юнкер

СИСТЕМА ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
ДЛЯ ВОДОРОДНЫХ КАМЕР
НА БАЗЕ ЭВМ CDC-1604A И "МИНСК-22"

1969



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ
АВТА

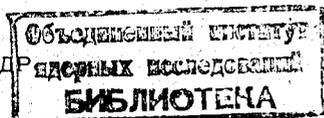
P11 - 4762

Н.А. Буздавина, П. Бухгольц*, Н.Н. Говорун,
В.Г. Иванов, И.М. Иващенко, Д. Карл*,
Х. Кауфман*, А.Ф. Лукьянцев, Д. Хаммер*,
Э. Юнкер*

СИСТЕМА ПРОГРАММ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ
ДЛЯ ВОДОРОДНЫХ КАМЕР
НА БАЗЕ ЭВМ CDC-1604A И "МИНСК-22"

Направлено в ПТЭ

* Институт физики высоких энергий ГДР



ВВЕДЕНИЕ

Широкое применение пузырьковых камер в практике современного физического эксперимента потребовало создания систем обработки камерных снимков, позволяющих анализировать сотни тысяч фотографий.

Процесс обработки фотографий с пузырьковых камер состоит из следующих основных этапов:

1. Просмотр и обзор на стереоснимках изучаемых событий.
2. Восстановление пространственной картины событий и их идентификация с помощью законов сохранения, измерения ионизации и т.п.
3. Статистический анализ результатов.

Для решения двух последних задач необходимо иметь хорошую библиотеку программ обработки камерных снимков, производящих реконструкцию событий, кинематический и статистический анализ результатов.

Хорошая библиотека программ обработки снимков с водородных пузырьковых камер имеется в настоящее время в ЦЕРНе. Эта библиотека создана для электронно-вычислительных машин CDC-6600 и CDC-6400. В нее входят следующие программы, по которым ведется обсчет каждого измеренного события: *THRESH - GRIND - SLICE - SUMX* и ряд вспомогательных.

Адаптация и запуск этих программ для других вычислительных машин позволяет в относительно короткие сроки создать полную библиотеку программ обработки камерных снимков.

В данной работе описывается эксплуатируемая в настоящее время в Объединенном институте ядерных исследований система обработки пленочной информации, получаемой на пузырьковых водородных камерах. Исходной информацией для программ обработки являются данные, выдаваемые на бумажную перфолену в результате обмера фотографий на полуавтоматах ОИЯИ^{1/}. Формат информации на перфолене подробно описан в работе^{2/}.

Данные с перфоленки накапливаются на магнитной ленте ЭВМ "Минск-22", а затем по каналу связи^{3/} между ней и CDC-1604A передаются при помощи программы TRANS1 на CDC-1604A, где записываются на магнитную ленту. На CDC-1604A мы имеем программы, созданные на основе известных программ обработки - THRESH, GRIND, SLICE, SUMX^{4,6-8/}.

Для использования этих программ данные с полуавтоматов перекодируются в формат, допускаемый THRESH. Задача перекодировки решается при помощи программы PRIT.

Остановимся кратко на указанных выше программах.

1. Ввод информации с перфоленки и накопление на магнитной ленте "Минск-22" реализуется при помощи специальной программы, описанной в работе^{3/}.
2. Передача информации с магнитной ленты "Минск-22" на магнитную ленту CDC-1604A осуществляется при помощи программы связи, вводимой на "Минск-22", и управляющей программы TRANS1, работающей на CDC-1604A.

Возникающие в процессе работы ошибки анализируются, и результаты печатаются на телетайпах, входящих в состав обо-

дования рассматриваемых машин. Для контроля правильности обмена в рассматриваемой системе на различных этапах движения информации применяются следующие методы:

- систематическая проверка на четность,
- контроль по циклическим суммам массива кодов,
- контроль по схеме двойной (кратной) передачи.

В программе *TRANS1* предусмотрены следующие возможности:

1. Передача с ленты "Минск-22", начиная с заданного массива.
2. Запись принятого материала на ленту СДС-1604А с ее начала, а также запись на ленту, часть которой занята полезной информацией.
3. Чтение с ленты "Минск-22" согласно закону, задаваемому в паспорте магнитной ленты, или последовательное считывание всех массивов, начиная с массива, номер которого задается оператором.

Для управления работой программы, так же как и для выдачи информации оператору, используется телетайп, имеющий двухстороннюю связь с машиной.

Данная программа генерирует четыре типа приказов, пересылаемых на "Минск-22". В результате реализации приказа первого типа с регистра пульта управления выбираются параметры магнитной ленты ЭВМ "Минск-22" и передаются на СДС-1604А. Устанавливается специальный признак, инициирующий при первом обращении к магнитной ленте настройку по выбранным параметрам и печать параметров магнитной ленты на телетайпе. Это позволяет контролировать оператора, причем в процессе работы с данной магнитной лентой единственный клавишный набор пульта управления можно использовать, не нарушая работу программы.

В результате реализации приказа второго типа с магнитной ленты считывается ее паспорт и передается на CDC-I604A.

В результате реализации приказа третьего типа с магнитной ленты считывается массив информации и передается на CDC-I604A. Данная директива, в отличие от первых двух, кроме названия приказа, содержит параметр подпрограммы - адрес считываемого массива.

В результате реализации приказа четвертого типа на теле-тайпе "Минск-22" будут отпечатаны комментарии, записанные во втором международном коде и содержащиеся в данной директиве. Материал записывается на магнитную ленту при помощи оператора *WRITE (')L FORTRAN-63*. Одна логическая запись соответствует результатам обмера одного события.

После последнего массива информации записывается признак конца информации.

3. Исходными данными для обсчета по программе *THRESH* являются измеренные на стереоснимках координаты реперных точек, характерных точек и треков события, а также необходимая служебная информация. Каждый измеряемый на снимке элемент (репер, точка, трек) имеет метку, состоящую из 2 символов. Метка репера состоит из 2 цифр, точки - из 2 одинаковых букв, трека - из 2 букв или из буквы и цифры. Если трек начинается в камере и выходит за ее пределы (или входит в камеру и дает взаимодействие), то он метится буквой и цифрой. Если же трек образуется в камере и останавливается в ней, то он метится 2 буквами. Первая буква определяет начальную точку, вторая - конечную.

Результаты измерений вместе с необходимой служебной информацией для программы *THRESH* должны быть расположены на магнитной ленте в следующей последовательности:

признак начала события;
заголовок события, который состоит из: номера эксперимента,
номера события, номера оператора, номера измерительного при-
бора и признака режима работы оператора;
идентификатор первого обмеренного снимка; за идентификатором
снимка следует нулевая координатная пара (x, y) ;
координаты измеренных на снимке элементов, заключенных в
круглые скобки (x, y) , следующие после своих меток;
идентификатор второго измеренного снимка;

идентификатор последнего измеренного снимка;

признак конца события.

Вся эта информация должна быть расположена последовательно,
символ за символом.

Из сопоставления исходных данных для программы THRESH
с результатами измерений на подуавтоматах ОИЯИ /3/ видно,
что PRIT решает следующие задачи:

- 1) вводит в память ЭВМ результаты обмера одного события;
- 2) выделяет информацию, относящуюся к заголовку события;
- 3) расшифровывает данные о топологии события и характери-
стиках отдельных треков и запоминает их;
- 4) готовит новые метки треков и заменяет ими старые (номера
треков) в соответствии с данными о топологии события;
- 5) присваивает метки координатам реперных точек;
- 6) формирует и записывает на магнитную ленту требуемую инфор-
мацию, включив в нее недостающие символы, в виде отдельных
записей по I32 символа в каждой.

4. Программа *THRESH* [4] предназначена для восстановления пространственной картины событий, регистрируемых в жидководородных пузырьковых камерах, когда фотографирование рабочего объема производится не более чем четырьмя фотообъективами. Причем каждый объектив "видит" весь снимаемый объем.

Методика вычисления пространственных координат предполагает, что оптические оси объективов перпендикулярны поверхностям раздела сред, через которые производится съемка; пузырьковая камера помещена в однородное магнитное поле, перпендикулярное поверхностям раздела сред, через которые производится фотографирование; траектории заряженных частиц в камере в первом приближении можно рассматривать как винтовые линии, параметры которых уточняются в дальнейших вычислениях; в рабочем объеме имеется не менее четырех реперных точек, фотографируемых каждой фотокамерой.

Реконструкция пространственной картины производится в следующей последовательности:

- 1) Координаты точек и треков, измеренные на стереоснимках, пересчитываются на плоскость верхнего стекла, которая соприкасается с поверхностью рабочего вещества. Через точки трека проводится окружность и выбрасываются плохо измеренные точки.
- 2) Выделяются треки, соединяющие 2 вершины, и для них строятся обратные "треки".
- 3) Вычисляются пространственные координаты характерных точек и точек треков.
- 4) Через пространственные координаты точек с помощью метода наименьших квадратов проводится винтовая линия и находят ее параметры: радиус кривизны и два угла.
- 5) Уточняются найденные значения параметров винтовой линии.

Результаты реконструкции события записываются на магнитную ленту для обсчета по последующим программам обработки.

Одним из основных блоков программы *THRESH* является блок *TRACK - MATCH*, который позволяет находить изображения одного и того же трека на различных стереоснимках, если обмер события производится не менее, чем на 3 стереоснимках. Использование *TRACK - MATCH* позволяет устранить ошибки, возникающие из-за "перепутывания" следов на различных снимках, которые возникают при обработке многолучевых звезд.

5. Как уже отмечалось, геометрическая программа *THRESH* вычисляет для каждого трека кривизну и углы с ошибками, длины треков и т.д.

Эти результаты обсчитываются по программе *GRIND* /4,6,8/, которая служит для 1) выделения наиболее вероятной гипотезы о событии и 2) нахождения уточненных значений параметров треков для такой гипотезы. Под гипотезой мы понимаем присвоение конкретных масс частицам, образующим ядерное взаимодействие с учетом законов сохранения электрического, барионного и странного зарядов. Выделение наиболее вероятной гипотезы осуществляется по критерию χ^2 с учетом законов сохранения импульса и энергии. Математически задача формулируется следующим образом: требуется найти минимальное значение функции $\chi^2 = C^T G C + C^{*T} G^* C^*$ при условии, чтобы значения параметров треков удовлетворяли уравнениям законов сохранения $f = f(m + c, m + c^*) = 0$, где m, m^* - векторы хорошо и плохо измеренных переменных соответственно; c, c^* - векторы поправок для m и m^* соответственно; G^{-1}, G^{*-1} - матрицы ошибок для m и m^* . Под переменными мы будем понимать импульсы и углы треков события.

Для нахождения минимума сформулированной задачи применяется метод неопределенных множителей Лагранжа. Так как уравнения связи нелинейны, то они разлагаются в ряд Тейлора в окрестности нулевого приближения (m и m^*) с удержанием только членов первого порядка малости относительно приращений параметров (C и C^*). В результате этого мы получаем линейную систему алгебраических уравнений. Размерность системы определяется числом $3 \times n$, где n — число частиц во взаимодействии. Решая эту систему, получаем приращения, которые прибавляются к начальным значениям параметров, и процесс снова повторяется, пока не будут выполнены некоторые условия, налагаемые на законы сохранения, например, условие $|f| < \varepsilon$, где ε — заданное положительное число. Константы и величины, контролирующие сходимость итерационного процесса, заданы в программе в блоках информации. Основные этапы работы программы GRIND: 1) чтение информации о событии; 2) чтение блоков информации, характерных для обрабатываемого эксперимента; 3) выполнение не зависящих от массы треков вычислений; 4) изучение топологии события и установление порядка, в котором должна осуществляться идентификация одновершинных взаимодействий; 5) идентификация многовершинных взаимодействий; 6) выдача результатов на печать, перфорацию и на магнитную ленту. Отметим, что на печать выдается информация только о хороших гипотезах. Кроме того, имеется специальный участок памяти, в который заносится суммарная информация обо всех испытываемых гипотезах. Суммарная информация является весьма полезной при анализе результатов, так как мы видим весь процесс идентификации события.

6. Магнитная лента с результатами программы *GRIND* и перфокарты с отбираемыми гипотезами являются входной информацией для очередной программы цепочки программ обработки — *SLICE*^{/4/}, которая предназначена для подготовки ленты суммарных результатов (ЛСР).

Согласно информации на перфокартах *SLICE* выбирает нужные гипотезы с магнитной ленты *GRIND_a* и записывает их на ЛСР. Кроме того, на ЛСР записывается много других полезных при статистическом анализе величин, таких, например, как эффективные массы различных комбинаций частиц и их ошибки, углы между направлением полета первичной частицы и вторичными треками, импульсы частиц в системе центра масс и т.д. В программе имеется возможность записи на ЛСР любого количества нестандартной информации, вычисляемой с помощью подпрограмм, добавляемых пользователем.

На этом заканчивается этап индивидуальной обработки событий.

7. Программа *SUMX*^{/4,6,7/} предназначена для статистического анализа результатов обработки по предыдущим программам. Она используется для построения гистограмм, идеограмм, двумерных диаграмм рассеяния для указанных величин; находит средние значения указанных величин и их ошибки; суммирует, вычисляет и делит гистограммы и т.д. Режим работы программы, условия, налагаемые на различные величины, задаются пользователем на информационных перфокартах (ИПК).

Задавая различные критерии, можно выбирать определенные классы событий из множества событий на ЛСР. Имеется возможность нестандартным образом досчитывать некоторые величины, которые по каким-либо причинам не были записаны на ЛСР.

Программа имеет блочную структуру. Различные операции (построение гистограмм, идеограмм, ...) выполняются независимо одна от другой соответствующими блоками-подпрограммами. Например, ввод, расшифровка и анализ ИПК, определяющих тесты (условия), выполняется блоком *SELECT*; ввод, расшифровка и анализ ИПК, определяющих гистограммы, осуществляется блоком *6* и т.д.

Работа программы *SUMX*, а следовательно, и блоков, разделяется на три стадии. На первой стадии блоки вводят и анализируют ИПК, на которых задается информация о статистическом анализе на последующих стадиях. На второй стадии происходит считывание обрабатываемой информации с ЛСР и выполнение операций, определенных на первой стадии. На 3 стадии происходит выдача накопленных результатов на печать или магнитную ленту. Разбиение блоков на три последовательно работающие стадии позволяет использовать программу *SUMX* на ЭВМ с относительно небольшой оперативной памятью (32000 слов).