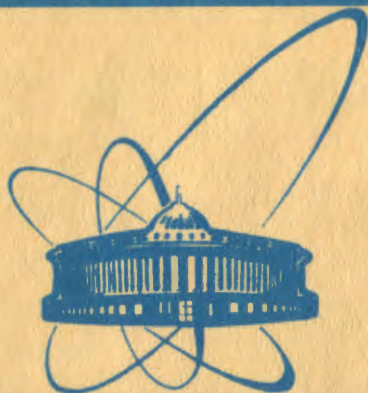


Б-15



сообщения  
объединенного  
института  
ядерных  
исследований  
дубна

0499/2-81

28/41-81

P10-81-670

С.Г.Бадалян , Б.В.Батюня, Н.Н.Говорун,  
А.Дирнер, В.Г.Иванов

МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ  
СИСТЕМЫ АНАЛИЗА ИНКЛЮЗИВНЫХ РЕАКЦИЙ  
В  $\bar{P}P$ -ВЗАИМОДЕЙСТВИЯХ

1981

В связи с проводимыми на жидководородной пузырьковой камере "Людмила"/1/ исследованиями инклюзивных процессов в пучке антипротонов на ЭВМ БЭСМ-6 была создана специальная система программ, предназначенных для решения следующих задач<sup>2-4/</sup>:

- реконструкции пространственной картины событий;
- объединения результатов реконструкции нескольких измерений одних и тех же событий, в которых в процессе реконструкции были забракованы один или несколько треков;
- отбора данных на ленты суммарных результатов эксперимента (ЛСР).

Опыт эксплуатации этих программ показал, что ориентация на работу с магнитными лентами не обеспечивает эффективного использования ЭВМ и создает большие трудности при проведении массовой обработки. Кроме того, в процессе реконструкции наблюдался большой отсев многолучевых событий, обусловленный как некачественным измерением отдельных треков, так и недостаточной длиной массивов, которые в программе TNGESH<sup>2/</sup> отведены для хранения списков кандидатов в треки. Увеличение же размеров таких массивов было весьма затруднительно из-за ограниченного ресурса оперативной памяти и больших размеров программы. Медленно работала программа отбора данных на ЛСР.

Учитывая это, при переводе программ обработки фильмовой информации на ЭВМ CDC-6500 было решено не адаптировать для нее уже имеющийся вариант системы, а создать на базе системы "Гидра"/5/ новый.

Описанию этого варианта и посвящено содержание данной работы.

## § I. Методика анализа результатов обмера камерных фотографий при исследовании инклюзивных реакций

Схема организации процесса обработки результатов обмера камерных фотографий при исследовании инклюзивных реакций на ЭВМ CDC-6500 показана на рис. I.

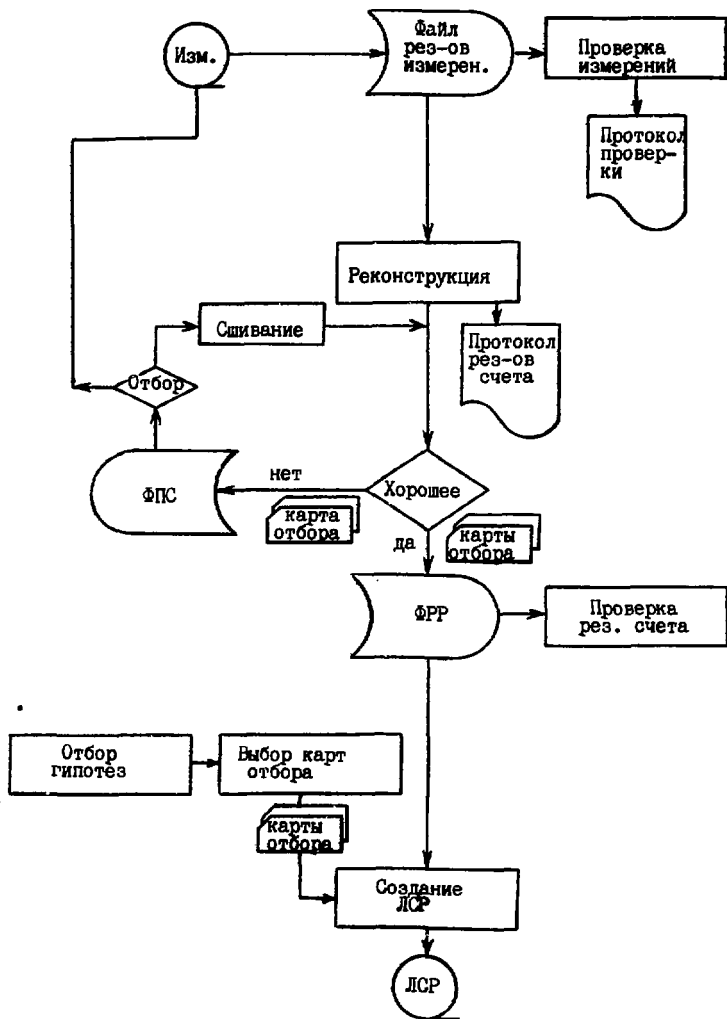


Рис. I

Результаты измерений стереоснимков на полуавтоматах<sup>/6/</sup> или сканирующем автомате типа НРД<sup>/7/</sup>, обработанные соответственно по программе TINPUT<sup>/8/</sup> или системе программы типа NAZE<sup>/9/</sup>, записываются на магнитный диск.

Для проверки качества измерений в системе имеются специальные программы, позволяющие оценить погрешности измерений элементов событий на их стереоснимках, число хорошо измеренных событий, а также выявить массивы "плохих" данных<sup>/10/</sup>.

Затем производится восстановление пространственной картины измеренных событий и вычисление параметров составляющих их треков. Результаты реконструкции записываются на один из двух выходных файлов. На файл результатов реконструкции (ФРР) записываются полностью восстановленные события, если:

- восстановлены все измеренные треки события и для каждого из них имеется хотя бы одна массовая гипотеза;
- суммарный заряд всех вторичных частиц главной вершины равен нулю;
- среднеквадратичный разброс измеренных на изображениях каждого трека точек относительно проекций соответствующей пространственной кривой ( Residuals ) меньше 50 мкм;
- значение импульса пучковой частицы, образовавшей данное взаимодействие, не выходит за заданные пределы.

Все остальные события записываются на файл "плохих" событий (ФПС).

Кроме того, для каждого события, записываемого на ФРР, перфорируются карты отбора, которые будут подробно рассмотрены в дальнейшем.

В связи с тем, что при реконструкции событий для каждого вторичного трека параметры вычисляются, как правило, для двух значений масс (  $\Lambda^+$  - мезон и протон или антипротон ), то следующая задача заключается в выборе одной из двух массовых гипотез.

Для этого физики просматривают результаты реконструкции и фотопленки. В ходе этого просмотра по плотности почернения для каждого трека оставляется только одна гипотеза. После этого из массива карт отбора выбираются карты, которые соответствуют оставленным при дополнительном просмотре гипотезам о массах треков. Затем с помощью этих карт из файла результатов реконструкции соответствующие данные отбираются и записываются на ЛСР.

События, записанные на ФПС, анализируются физиками, которые либо направляют их на повторные измерения, либо исключают из дальнейшего рассмотрения по различного рода причинам (брак фотопленки, царапина и т.п.). Для многолучевых событий вероятность потери в процессе реконструкции одного или нескольких треков достаточно велика. Поэтому из результатов реконструкции нескольких измерений одних и

тех же событий приходится выбрать те, для которых треки наиболее точно измерены, и уже из них комплектовать полные события.

Такова в общих чертах схема обработки результатов обмера камерных фотографий при исследовании инклюзивных реакций.

Математическое обеспечение этой системы состоит из следующих элементов:

- геометрической программы (ГЕОМЛ),
- программы редактирования геометрических структур (РГС),
- программы объединения результатов измерений (ОПИ),
- группы вспомогательных программ.

## § 2. Основные характеристики программы ГЕОМЛ

Программа ГЕОМЛ предназначена для восстановления пространственной картины событий, регистрируемых в жидководородной камере "Людмила", и создана на базе геометрии системы "Гидра"/II/.

Исходными данными для программы являются результаты обмера стереоснимков на полуавтоматических измерительных устройствах и сканирующем автомате типа НРД, записанные на магнитные ленты в виде РРГЕОМ-массивов.

При восстановлении пространственной картины событий с большой множественностью число рассматриваемых программой кандидатов в треки доходит до ста и более. Хранение этих списков и промежуточных результатов счета, необходимых для идентификации изображений треков, требует много места в оперативной памяти ЭВМ. Поэтому максимальная множественность событий, которые могут восстанавливаться программой ГЕОМЛ, в основном определяется длиной общего блока динамически распределяемой памяти.

В нашем случае оказалось, что при длине этого блока 12 тыс. слов программа может восстанавливать события с числом вторичных частиц от 2 до 12. При этом количество выдаваемой на печать информации является минимальным.

Для реконструкции событий с большей множественностью имеется оверлейный вариант программы, в котором длина общего блока динамически распределяемой памяти составляет 15 тыс. слов. Этот вариант также можно использовать для решения различного рода методических задач, требующих выдачи на печать промежуточных результатов счета.

Время, затрачиваемое на анализ одного события, зависит от его множественности и, усредненное по группе из 771 события, составляет около 6 с. Эту цифру можно использовать для ориентировочных оценок

затрат времени центрального процессора ЭВМ CDC-6500 при подсчете требующихся ресурсов.

Тщательный подбор констант, проведенный на большой статистике, а также выполненные исследования причин отказов позволили почти в два раза уменьшить число отвергаемых программой ГЕОМЛ событий по сравнению с программой THRESH. В нашем случае программа ГЕОМЛ отвергает около 15% измеренных событий в основном из-за ошибок, имеющих в исходных данных.

Сравнение результатов счета одних и тех же событий по программам ГЕОМЛ и THRESH показало отсутствие каких-либо систематических расхождений.

Программа ГЕОМЛ имеет следующие преимущества перед программой THRESH:

- она позволяет обсчитывать события с любой множественностью, наблюдаемой в  $\bar{p}p$ -взаимодействиях при 22 ГэВ;
- сокращает время счета более чем в два раза, причем число обсчитываемых событий соответственно возрастает с 250-300 до 500-600.

Эти результаты были достигнуты за счет усовершенствования методов идентификации изображений треков, расширения размеров блока памяти, отведенного для хранения промежуточных данных, использования более эффективных методов организации программы, связанных с ее модульным характером, применения ряда более быстрых алгоритмов.

Следует также указать на достаточно высокий уровень реконструкции многолучевых событий, который в нашем случае составляет около 70%.

### § 3. Программа редактирования геометрических структур (ГГС)

Формирование лент суммарных результатов производится с помощью программы редактирования стандартных выходных структур геометрии системы "Гидра" (программа ГГС), созданной на базе системы редактирования EDIT /14/.

Программа ГГС предназначена для решения следующих задач:

- выбора из результатов геометрической реконструкции только тех массовых гипотез о треках событий, которые задаются картами отбора или определяются специальным соглашением;
- вычисления дополнительных величин в соответствии с форматом записи данных на ленты суммарных результатов;
- формирования и записи на файл (ДСР) массива выходных данных.

Исходными данными для программы РГС являются результаты реконструкции событий с помощью программы ГЕОМЛ и карты отбора событий и массовых гипотез.

Данные реконструкции событий записываются на файл результатов программы ГЕОМЛ в форме стандартных выходных структур геометрии системы "Гидра" и имеют следующую структуру (рис.2):

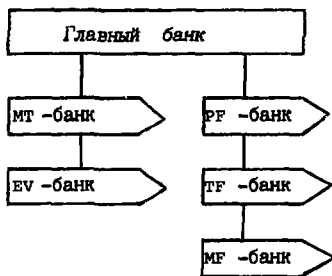


Рис.2

Под банком здесь понимаются группы слов с результатами реконструкции отдельных элементов события. Так, например, в PF-банках содержатся данные о реконструкции вершин, TF-банках - метки и значения параметров треков, вычисленные без учета массы частицы, MF-банках - параметры треков для различных массовых гипотез. Общая информация о событии хранится в EV-банке. MT - основной банк дерева измерений.

Из этих данных программа РГС должна отобрать и записать на файл результатов указанные пользователем события. Номера отбираемых на ЛСР событий и массовых гипотез задаются на специальных картах отбора двух типов: картах отбора события и картах отбора гипотез. На карте отбора события указывается следующая информация:

- номер фотопленки,
- номер стереокадра на фотопленке,
- порядковый номер массива с результатами реконструкции на выходном файле программы ГЕОМЛ,
- идентификатор карты.

Эти данные располагаются на карте, начиная с первого столбца, в указанном выше порядке. Так, например, если требуется отобрать событие, которое зафиксировано на фотопленке 568, номер стереокадра -

301, а порядковый номер массива-13, то соответствующая карта отбора имеет следующий вид:

—568, —30100013, MSELECT

На картах отбора гипотез, которые перфорируются для всех треков событий, имеющих по два МФ —банка для  $\pi$  —мезонной и протонной гипотез, указываются номера фотопленки, стереокадра и массива, а также команда вычеркивания массовой гипотезы, код метки вершины, метка трека и название частицы, для которой нужно исключить МФ —банк. Эти карты имеют следующий вид:

—568, —30100013, DMF, 17/102./PI

Для того, чтобы уменьшить число перфорируемых карт в нашем случае, для каждого трека с двумя МФ—банками перфорируется карта отбора протонной (антипротонной) гипотезы. Если пользователю нужно отобрать протонную гипотезу, то он должен включить эту карту в колоду карт отбора, задаваемых программе PTC. Если такой карты нет, то PTC автоматически переписывает на файл результатов пионную гипотезу. Если трек имеет только один МФ —банк, то программа переписывает на этот файл относящиеся к нему данные.

В тех случаях, когда вторичные треки событий принадлежат к парам Делитца, то наряду с картами отбора событий и гипотез необходимо добавить специальную карту с указанием того, что в событии имеются треки, принадлежащие к этой паре. Карты этого типа пробиваются вручную и имеют следующий вид:

—568, —30100013, H, \*16=4.

При наличии этой карты программа PTC занесет в заголовок события, переписываемого на ЛСР, информацию о том, что два трека этого события принадлежат к паре Делитца.

Программа занимает в оперативной памяти ЭВМ около 35 тыс. слов при длине общего блока динамически распределяемой памяти 11 тыс. слов и позволяет за один час работы ЭВМ CDC-6500 обрабатывать около шести тысяч событий, что почти в три раза больше, чем обрабатывается программой LINEX на ЭВМ БЭСМ-6.

Время сборки программы и создания ее библиотеки — около 50 с.

#### § 4. Объединение результатов реконструкции нескольких измерений одних и тех же событий

В процессе геометрической реконструкции из-за различного рода измерительных ошибок не всегда восстанавливаются все измеренные треки. Те события, для которых геометрическая программа забра-



ковала один или несколько треков, анализируются, а затем отправляются на повторные измерения или исключаются из рассмотрения. Наиболее часто на повторные измерения отправляются события с числом вторичных лучей восемь и более. Это связано с тем, что в нашем случае доля отвергаемых событий с большой множественностью составляет ~30%, что в два раза больше среднего числа событий, обычно бракуемых в коде геометрической реконструкции. Более того, при перемерах многолучевых событий довольно часто имеют место случаи плохого измерения тех треков, которые были успешно восстановлены первый раз. Таким образом, перемеры событий с большим числом вторичных частиц, довольно часто не дают хорошего результата. Вследствие этого приходится комплектовать событие из результатов реконструкции нескольких измерений. В настоящее время процедура комплектовки события выглядит следующим образом:

- физики просматривают результаты реконструкции двух или нескольких измерений одного и того же события и выбирают те треки, которые нужно заменить или добавить.
- данные о добавляемых или заменяемых треках пробиваются на перфокартах в соответствии с требованиями системы EBIT.
- программа ORI на основе заданных ей на перфокартах директив обновляет содержимое основного файла.

В настоящее время программа ORI позволяет решать следующие задачи:

1. Добавления к основному файлу или замены в нем целых событий. Здесь под событием понимаются результаты его геометрической реконструкции.
2. Добавления к результатам реконструкции события на основном файле одного или нескольких треков из результатов реконструкции этого же события на дополнительном файле.
3. Замены одного из треков события на основном файле.
4. Замены заголовка события.

Директивы программе ORI задаются на перфокартах, которые напоминают карты отбора, описанные в предыдущем параграфе, с той лишь разницей, что после номера массива результата стоит соответствующая директива, за которой следуют метки замещаемого и заменяемого элементов.

Для добавления или замены целого события используется директива мкт,мкт; добавления одного трека - мтг,17./101.,мтг,17./-;

добавления нескольких треков - МТГ,17./-,МТГ,17./-;  
замены трека - МТГ,17./101,МТГ,18./104;  
замены заголовка - М,М.

Программа ОРИ создана на базе системы редактирования ЕДИТ и собирается из элементов РАМ-файла последней. Время генерации программы ~43 с.; длина в оперативной памяти ЭВМ СДС-6500 - около 35 тыс.слов при длине блока динамически распределяемой памяти II тыс.слов. Время обсчета I тыс.событий-около 5 мин.

Описанная схема работы программы ОРИ позволяет использовать ее для комплектации событий из двух независимых измерений.

### § 5. Вспомогательные программы системы

Значительная часть событий  $\bar{p}p$ -эксперимента к моменту запуска системы на СДС-6500 была уже обсчитана по программе THRESH на ЭВМ БЭСМ-6. Для обеспечения возможности анализа этих результатов с помощью программ FGS и ОРИ были созданы вспомогательные программы, предназначенные для решения следующих задач:

- преобразования результатов счета по программе THRESH в выходной формат программы ГЕОМД, выбора из них событий, удовлетворяющих требованиям, указанным в § I, и перфорации для отобранных событий карт отбора;
- выдачи на печать результатов преобразования выходных данных программы THRESH.

Каждая из этих программ занимает в оперативной памяти ЭВМ не более 30 тыс.слов и тратит на обработку тысячи событий немногим более ста секунд времени работы ЭВМ СДС-6500.

Кроме того, в состав системы входят программы для работы с перманентными файлами на дисках и диалоговые программы, позволяющие просматривать на экране дисплея и редактировать файлы с результатами счета и образами карт отбора<sup>13/</sup>.

### Заключение

На базе системы "Гидра" создано математическое обеспечение для анализа инклюзивных реакций в  $\bar{p}p$ -взаимодействиях, зарегистрированных в камере "Людмила".

Программы системы обладают хорошими эксплуатационными характеристиками, обеспечивают эффективное использование ресурсов ЭВМ СДС-6500 и позволяют производить обработку больших массивов данных в одном сеансе счета.

Математическое обеспечение проверено на большом экспериментальном материале и в настоящее время используется для массовой обработки данных.

#### Литература

1. Богуславский М.В. и др. ОИЯИ, I3-4466, Дубна, 1969.
2. Буздавина Н.А., Иванов В.Г. ОИЯИ, P10-7191, Дубна, 1973.
3. Рудь В.И., Тихонова Л.А. ОИЯИ, 1-7671, Дубна, 1974.
4. Рудь В.И. ОИЯИ, I0-10968, Дубна, 1977.
5. Говорун Н.Н. и др. ЭЧАЯ, 1975, 6, с.743.
6. Виноградов А.Ф. и др. ОИЯИ, I0-8783, Дубна, 1975.
7. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, I0-4513, Дубна, 1969.
8. Буздавина Н.А., Иванов В.Г. ОИЯИ, I0-6956, Дубна, 1973.
9. Шигаев В.Н. В кн.: Материалы Второго всесоюзного семинара по обработке физической информации. АРУС, Ереван, 1978, с.191.
10. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, P10-12096, Дубна, 1978.
11. HUDRA Application Library, CERN, Geneva, 1974.
12. Klein H. and Zoll J. PATCHY-4 Reference Manual, CERN, Geneva, 1977.
13. Бадалян С.Г. ОИЯИ, P10-12880, Дубна, 1979.
14. Kelner G., CERN, CERN/EP/DHR 78-3, Geneva, 1978.

Рукопись поступила в издательский отдел  
27 октября 1981 года.