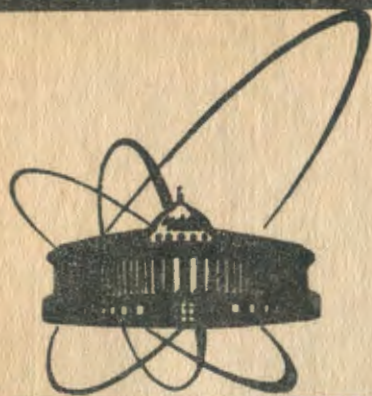


89-40



СООБЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА

Б 20

P10-89-40

Я.Балгансурэн, Н.А.Буздавина, В.В.Глаголев,  
А.Г.Заикина, В.Г.Иванов, В.В.Кореньков,  
В.В.Первушов, Т.Эрдэнэдэлгэр

ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА  
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ  
ФИЛЬМОВОЙ ИНФОРМАЦИИ НА ЭВМ ЕС-1061  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ  
НУКЛОН-ЯДЕРНЫХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ

1989

В Лаборатории высоких энергий ОИИИ разработана программа исследований в области релятивистской ядерной физики. Одна из ее задач — поиск и исследование многочастичных состояний и корреляций при взаимодействии релятивистских ядер с протонами. Для ее решения на 100-сантиметровой водородной камере (БК-100) уже получены десятки тысяч фотографий, на которых зарегистрированы случаи взаимодействий ядер кислорода с протонами. Для анализа полученной на этой установке filmовой информации в рамках полуклассического подхода была разработана система программ, обеспечивающая обсчет и анализ результатов измерений и просмотра камерных фотографий на ЭВМ ЕС-1061. За базовое программное обеспечение, на основе которого велась разработка системы, были взяты следующие элементы:

- система модульного программирования "Гидра"/1/;
- система PACHU -4 /2/;
- программы систем математической обработки filmовой информации, разработанные ранее для ЭВМ CDC-6500 /3/.

Общему описанию этой системы посвящено данное сообщение.

### I. Основные программные компоненты системы

Принципиальная схема системы и ее основных компонент показана на рис. I. Кратко рассмотрим их назначение.

Исходными для анализа данными являются результаты измерений камерных фотографий, записанные на магнитные ленты (ЛРИ), и файл результатов просмотра (ФРП), содержимое которого может корректироваться в процессе обработки.

На начальном этапе все поступающие на вход системы данные (результаты измерений камерных фотографий) обрабатываются цепочкой из трех программ NEJLA, ZINPUT и SNECK, предназначенных соответственно для решения следующих задач /4/:

- упорядочивание событий по их номерам;
- преобразование информации, поступающей с различных измерительных устройств, в стандартный формат системы "Гидра" (gdx-формат) /5/;
- оценка качества измерений элементов события.

Поступившие на вход системы данные могут быть обработаны целиком либо выборочно. Для этого нужно указать начальные и конечные номера интервалов событий, которые нужно выбрать. Максимальное число интервалов, которое можно выбирать с ленты за один сеанс, равно десяти.

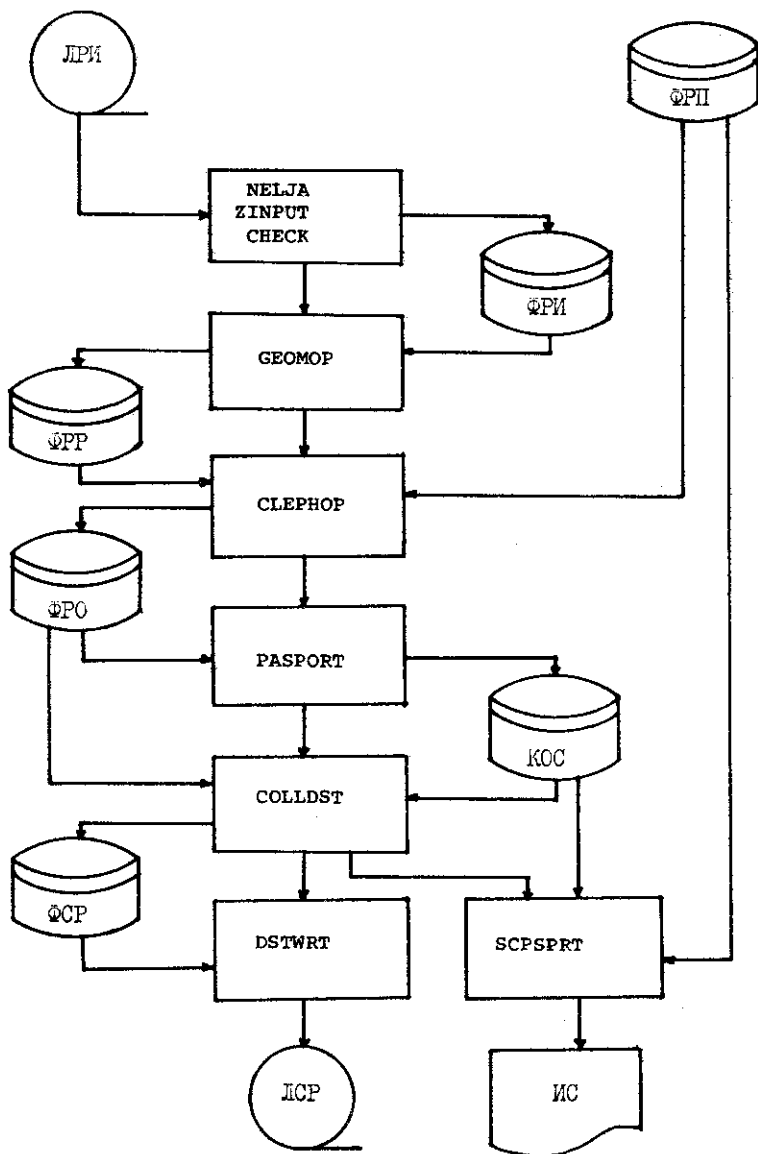


Рис. I

Для работы с ЛРИ применяется пакет программ **IORPOS** /6/. Результатом работы этой цепочки программ являются записанный на диск файл результатов измерений (ФРИ) в **FOX**-формате и протоколы их работы, содержащие список всех обработанных событий, включая забракованные, гистограммы и средние значения погрешностей ряда измеряемых на стереоснимках величин и другую служебную информацию.

Затем программа **ГЕОМОР** производит восстановление пространственной картины событий, включая вычисления параметров треков для заданных гипотез об их зарядах и массах. Эта программа является одним из вариантов геометрии системы "Тидра", в которую внесены изменения, обусловленные спецификой эксперимента и характеристиками налетающего пучка частиц, в данном случае ядра кислорода с энергией несколько ГэВ на нуклон:

- число массовых гипотез для каждого события определяется в зависимости от числа положительно и отрицательно заряженных вторичных треков этого события;

- в подпрограмму **РАЙВАТ** включены таблицы масс и зарядов основных изотопов ядер от водорода до магния включительно;

- на начальном этапе работы программы вторичные треки события упорядочиваются в порядке возрастания угла  $\varphi$  на первом стереоснимке; эти упорядоченные номера запоминаются и используются в дальнейшем для приписывания трекам зарядов и масс, которые задаются в результате просмотра.

Результатом работы программы является файл результатов реконструкции (ФРР), данные на который записываются в **FOX**-формате системы "Тидра". На этот файл записывается информация о всех событиях, которые поступили в систему, включая события, забракованные программой **ЗИПРУТ** на начальном этапе работы системы.

Программа **СЛЕРНОР**, используя в качестве исходных данных файлы результатов реконструкции и результатов просмотра (ФРР и ФРП), производит отождествление измеренных и просмотренных событий, приписывает восстановленным трекам значения зарядов, которые были установлены при предварительном просмотре, и отбирает данные о соответствующих массовых гипотезах на файл результатов отбора (ФРО). Подробное описание процедуры отождествления событий и треков имеется в работах /7,8/. Здесь остановимся лишь на двух моментах.

1. Для отождествления событий в файлах результатов просмотра и реконструкции, наряду с их номерами и топологией, используется расстояние от вершины события до границы рабочего объема по оси  $x$ .

2. Для того чтобы иметь возможность исправить ошибки, которые возникают при формировании ФРП, и уменьшить число массовых гипотез

для однозарядных частиц, предусмотрено два режима работы программы: информационный и отбора. При работе в первом результаты отбора выдаются на печать, а не заносятся в ФРО. Кроме того, на печать также выдается информация о всех расхождениях, обнаруженных между двумя рассматриваемыми файлами. Например, отсутствие информации о измеренных событиях, несоответствие топологии события с одним и тем же номером и т.п. На основании этих данных производится корректировка ФРП и устранение обнаруженных в нем ошибок. В нашем случае информация о всех поступивших на вход системы событиях и результатах их прохождения через основные этапы процесса обработки (измерения, восстановления в пространстве, присвоение зарядов и масс) зафиксирована в файлах результатов отбора. Поэтому здесь нет необходимости в применении системы типа INDEX<sup>9/</sup>. Информация о текущем состоянии дел, которая обычно получается с помощью программ этой системы, в нашем случае может быть получена из файлов результатов измерений (ФРИ), реконструкции (ФРР) и отбора (ФРО) с помощью программы PASPORT. Эта программа позволяет получать любые интересующие пользователей списки и требующуюся статистическую информацию. С ее помощью на основании всех имеющихся файлов результатов отбора формируется каталог (журнал) обработанных событий (файл КОС). В этом файле фиксируются результаты анализа всех поступивших на вход системы измеренных событий, данные о которых группируются по фотоэнкам, а внутри них по стереокадрам в виде стандартных структур системы "Гидра" (рис.2).



Рис.2

Каждому измеренному событию в соответствующей структуре отводится три машинных слова ЕС ЭВМ, информация в которых распределяется следующим образом:

Первое слово - X,Y-координаты главной вершины события.

Второе слово - код ошибки для забракованных событий и сквозной адрес измерения на файле результатов.

Третье слово - топология и номер оператора.

Программа SOLDBST собирает с файлов результатов отбора (ФРО) и записывает на промежуточный файл суммарных результатов (ФСР) в формате

формате информации об идентифицированных событиях, автоматически исключая повторные измерения одних и тех же событий, используя для этого информацию, которая содержится в каталоге обработанных событий. Наличие промежуточной ЛСР в FOX -формате позволяет стандартным образом решать различные методические задачи и контролировать качество накопленной экспериментальной информации. Убедившись в надежности полученных данных, пользователь может сформировать окончательную ЛСР в заданном формате с помощью программы DSTWRT.

Подведение итогов обработки производится с помощью программы SCSPRPT. Эта программа, сопоставляя информацию, содержащуюся в каталоге обработанных событий и ФРП, составляет для каждой из фотоленок список найденных при просмотре, но не попавших на ЛСР событий с указанием причин отказа; подсчитывает число хорошо измеренных, плохих, перемеряемых и неизмеренных событий двух типов (отмеченных при просмотре как плохие или забракованных дважды по одной и той же причине). Эти данные и соответствующие списки можно получить для каждой фотоленки и всего эксперимента в целом.

Из приведенного рассмотрения видно, что система обеспечивает практически автоматическую обработку данных, оставляя за пользователями работу по подготовке заданий для ЭВМ и корректировку ФРП.

Важным элементом системы является подсистема программ для формирования файла результатов просмотра и последующей работы с ним, которая будет рассмотрена в отдельном сообщении.

## 2. Вопросы организации массовой обработки и обеспечения надежной работы системы

При массовой обработке фильмовой информации с помощью высокоавтоматизированной программной системы необходимо обеспечить практически безаварийную работу всех ее элементов независимо от того, что происходит на самой ЭВМ. Иначе говоря, система должна уметь "самостоятельно" обходить фатальные ошибки в исходных данных, продолжать обработку после зависаний операционной системы в случае больших сеансов, и, кроме того, режим ее работы должен быть ориентирован на эффективное использование ЭВМ.

Из опыта обработки данных на больших машинах, работающих в мультипрограммном режиме, известно, что задачи с несколькими магнитными лентами имеют, как правило, достаточно низкий приоритет и их число всегда стараются свести к минимуму. Поэтому если обработка содержимого одной магнитной ленты требует нескольких часов машинного времени и нескольких сеансов счета, то целесообразно скопировать ее содержимое на диск, на диск же писать результаты счета, переписывая их по мере накопления на магнитные ленты. Использование дисковых файлов вместо ленточных в наших условиях существенно повышает эффек-

тивность работы ЭВМ и надежность работы системы. При этом из-за лимита дисковой памяти появляются ограничения на количество информации, которую можно хранить на дисках. В нашем случае размер выделенной дисковой памяти позволяет вести обработку массивами по I-I,5 тыс. событий.

В ходе опытной эксплуатации системы были выявлены следующие основные причины аварийных остановов работы программ, препятствующие их нормальной работе.

#### 1. Сбой операционной системы ЭВМ при выполнении задания

В этом случае работа программы прекращается, но файлы ее результатов не закрываются. Поэтому для продолжения счета необходимо определить число записанных на файл рекордов, добавить после последнего признак конца файла ( eof ) и только после этого снова пускать задачу на счет. Такая ситуация имеет место обычно тогда, когда программа работает в режиме накопления, т.е. результаты счета последующего сеанса автоматически присоединяются к концу предыдущего, а начало новых записей определяется по признаку конца файла. Именно в таком режиме работает программа геомор , для обсчета по которой одной тысячи событий требуется 6-7 часов машинного времени. Поэтому сбой операционной системы приводил к фатальным ошибкам в работе этой программы, равно как и всей системы в целом, поскольку дежурный оператор ЭВМ был не в состоянии ликвидировать последствия сбоев простым повторением задания. Что касается остальных программ системы, то время их работы, как правило, настолько мало по сравнению с интервалами между зависаниями системы, что они практически не были заметны.

#### 2. Конец задачи по времени

В этом случае операционная система прекращает работу программы по истечению отведенного для ее работы времени центрального процессора независимо от того, закончила ли она обсчет текущего события или нет. Тогда информация о последнем событии на файле результатов может быть записана не полностью.

3. При обсчете многолучевых событий, когда число вторичных частиц около или более десяти, из-за большого числа кандидатов в треки затраты времени могут достигать 30-40 мин процессорного времени, что, вообще говоря, соизмеримо с обычной длиной сеанса счета по программе геомор . Поскольку априори такие события выделить невозможно, то при их появлении не только терялось машинное время, но и сама задача, как правило, кончалась по времени.

4. Ошибки при подготовке заданий для ЭВМ из-за громоздкости и сложности языка управления заданиями операционной системы ЕС ЭВМ.

5. Необходимые для восстановления пространственной картины событий параметры оптической системы камер задаются в виде специальных

блоков информации (титлов) для каждой из экспозиций. При подготовке заданий нужно следить за тем, чтобы номера наборов блоков информации соответствовали номерам обрабатываемых пленок. Одним из источников ошибок является неверное задание номеров наборов, особенно при обработке перемеров первоначально забракованных событий, когда числа данных для различных экспозиций невелики.

Совокупность всех этих факторов приводила к тому, что при наличии работающих по отдельности программ системы массовая обработка практически не "шла". Для устранения указанных выше причин и повышения надежности работы системы исходя из реальной работы ЭВМ ЕС-1061 и имевшегося опыта по массовой обработке на ней экспериментальных данных было разработано и реализовано следующее:

1. В программу GEOMOR введены счетчики числа обработанных событий, которые запоминаются для надежности на двух разных дисковых пакетах. Работа программы начинается с чтения этих записей и пропуска на выходном и входном файлах такого числа событий, которые указаны в записях. Если в таких записях нули, то счет начинается с начала входного файла, если показатели счетчика разные, то выбирается наименьшее значение. Введение этих счетчиков, содержимое которых обновляется после записи результатов счета каждого события, обеспечило автоматическое продолжение счета независимо от характера завершения предыдущего сеанса (нормальное, сбой, конец по времени).

2. Введен контроль конца работы программы GEOMOR по времени обработки текущего события. Если время счета данного события превышает заданный предел (в нашем случае 7 мин), то оно бракуется и программа переходит на обсчет следующего. Кроме того, перед вводом очередного события вычисляется разница между затребованным в задании и использованным временем центрального процессора. Если эта разность меньше одной минуты, счет прекращается и программа переходит к заключительной стадии.

3. Сокращение времени счета многолучевых событий было достигнуто за счет визуальной идентификации отдельных треков и маркировки их изображения в процессе измерений.

4. При составлении заданий для запуска программы на ЭВМ необходимо указывать требуемые ресурсы оперативной памяти, перечень наборов используемых данных и т.п. Для того чтобы устранить ошибки, допускаемые в ходе составления заданий, и существенно облегчить их работу, был разработан и включен в системную библиотеку специальный набор процедур для работы с программами системы. Использование каталогизированных процедур с символическими параметрами, большинство которых по умолчанию принимают стандартные значения, существенно облегчает работу пользователей и, главное, практически исключает возможность



ошибок. Так, например, для обращения к программе GEOMOP нужно составить колоду перфокарт по следующему образцу:

```
//GEOMGL JOB XXXXX, GLAGOLEV,MSGLEVEL=(2,1),PARTY=13,CLASS=C,TIME=40  
//      EXEC GEOMOP.  
//      INPDSN=ZNPTRSLT,  
//      OUTDSN=GEOMRSLT,  
//      OUTBSP=(DLD,KEEP)',  
//      CNT1DSN=COUNTER1,  
//      CNT2DSN=COUNTER2  
//
```

Здесь ZNPTRSLT - имя файла с исходными данными,  
GEOMRSLT - имя файла результатов программы GEOMOP,  
COUNTER1

и

COUNTER2 - счетчики числа обработанных событий.

При обработке данных с одного файла в этой колоде может меняться от сеанса к сеансу лишь требуемое время, а при переходе на новый файл сначала нужно занулять значение счетчиков COUNTER1 и COUNTER2.

5. Устранение ошибок при задании номеров титульной информации было достигнуто путем их автоматического выбора из имеющихся данных. Для этого используется процедура многошагового задания, на первом этапе которого специальная программа читает во входном файле первые события, которые нужно обработать в данном сеансе, находит номера соответствующих фотоленок, а по ним номер соответствующего набора блоков информации, который затем передается программе GEOMOP.

В результате реализации указанных мер удалось наладить массовую обработку фильмовой информации на ЭМ ЕС-1061.

#### Заключение

В таблице приведены размеры и усредненные эксплуатационные характеристики, отнесенные к одной тысяче событий, упомянутых выше программ системы.

Таблица

Название программы	Размер программы (тыс. строк на ФОРТРАНе)	Размер памяти, требуемый для работы (Мб)	Время ЦП (мин)	Размер выходного файла на МД (Мб)
NELJA	1.4	0.3	1.5	11
ZINPUT	1.5	0.4	6-7	5.6
CHECK	2.3	0.5	5-6	-
GEOMOP	13.2	1	360-420	4.3
CLEPHOP	1.5	0.4	1	3.2
PASPORT	1.8	0.4	1	0.8*
COLLDST	1.2	0.4	2	2.5
DSTWRT	1.0	0.4	1	-
SCPSRPT	1.3	0.4	1	-

Данные со звездочкой приведены в расчете на 10 тыс. событий.

Математическое обеспечение проверено на большом экспериментальном материале (более 10 тыс. событий) и в настоящее время используется для массовой обработки данных.

#### Литература

1. HYDRA System Manual, CERN, Geneva, 1979.
2. PATCHY Reference Manual, CERN, Geneva, 1983.
3. Балгансурэн Я. и др. ОИЯИ, Р10-85-516, Дубна, 1985.
4. Балгансурэн Я. и др. ОИЯИ, Р10-86-806, Дубна, 1986.
5. Hydra Topical Manual, Book FOX, CERN, Geneva, 1982.
6. Евсиков И.И., Иванченко И.М. ОИЯИ, Р10-87-52, Дубна, 1987.
7. Балгансурэн Я. и др. ОИЯИ, Р10-85-510, Дубна, 1985.
8. Балгансурэн Я. и др. ОИЯИ, Р10-86-412, Дубна, 1986.
9. Letertre C. In: CERN COMPUTER 6000 SERIES PROGRAM LIBRARY. PROGRAM INDEX, CERN, Geneva, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 января 1989 года.

Балгансурэн Я. и др.

P10-89-40

Высокоавтоматизированная система  
математической обработки фильмовой информации  
на ЭВМ ЕС-1061  
для исследования нуклон-ядерных взаимодействий

Для обработки фильмовой информации, полученной в экспериментах по исследованию нуклон-ядерных взаимодействий, была разработана специализированная программная система, позволившая существенно сократить сроки обработки. Высокого темпа процесса обработки удалось достичь за счет комплексной автоматизации всех его этапов и устранения причин аварийных остановов программ.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1989

Перевод О.С.Виноградовой

Balgansuren Ya. et al.  
High-Automation System  
of Film Data Mathematical Processing  
for the Study of Nucleon-Nucleus Interactions  
on the ES-1061 Computer

P10-89-40

A specialized software system which allows one to essentially reduce the time of experimental data analysis has been developed in order to process film information for nucleon-nucleus experiments. High rate of data processing has been achieved due to complex automation of all stages of processing and removal of program abnormal termination reasons.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research, Dubna 1989