

**СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА**

P10-86-706

**Я.Балгансурен, Н.А.Буздавина, В.В.Глаголев,
Н.Н.Говорун, А.Дирнер, Т.М.Забой, А.Г.Заикина,
В.Г.Иванов, А.К.Качарав*, А.П.Кретов,
В.П.Миролюбов, В.В.Первушов, И.И.Шелонцев**

**ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ
ФИЛЬМОВОЙ ИНФОРМАЦИИ
ДЛЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
С ПОЛЯРИЗОВАННЫМИ ДЕЙТРОНАМИ**

***Институт физики высоких энергий Тбилисского
государственного университета**

1986

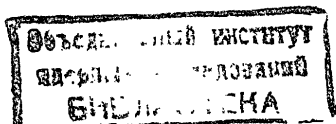
В Лаборатории высоких энергий ОИЯИ реализуется программа экспериментальных исследований в пучках поляризованных дейтронов. В настоящее время эти исследования проводятся с помощью двух электронных и одной камерной установок. На последней в течение ближайших двух лет планируется получить около двухсот тысяч фотографий. Для обеспечения своевременной обработки фотоматериала для этого эксперимента на основе имевшегося прототипа^{/1/} была разработана специализированная программная система. С ее помощью предварительные данные о поляризации дейтронов были получены через несколько месяцев после получения фотографий, а полная обработка ~15 тыс. событий - проведена менее чем за год, считая с момента облучения камеры. Этого удалось достичь за счет комплексной автоматизации процесса обработки на всех его этапах. Описанию системы и посвящена данная работа.

§ I. Принципиальная схема процесса обработки

Принципиальная схема процесса обработки фотоматериала в рамках рассматриваемой системы показана на рис. I.

На этапе предварительного просмотра фотопленок находятся и фиксируются случаи взаимодействия налетающих дейтронов с ядрами водорода, а также производится визуальная оценка плотностей почернения изображений вторичных треков событий по трехбальной шкале^{/2/}. Результаты просмотра записываются на специальные бланки, а затем переносятся на машинные носители информации. Сначала - на перфокарты (карты просмотра), информация с которых затем записывается на магнитный диск^{/3/}, образуя на последнем файл результатов просмотра (ФРП). На основании этих данных составляется список для измерений.

Измерения камерных фотографий производятся в основном на сканирующем автомате типа НРД^{/4/} и полуавтоматической измерительной системе^{/5/}. Результаты измерений (координаты элементов событий и опорных точек стереоснимков, снабженные соответствующими метками) записываются на магнитные ленты (ЛРИ), которые наряду с ФРП, являются исходными данными для последующего анализа.



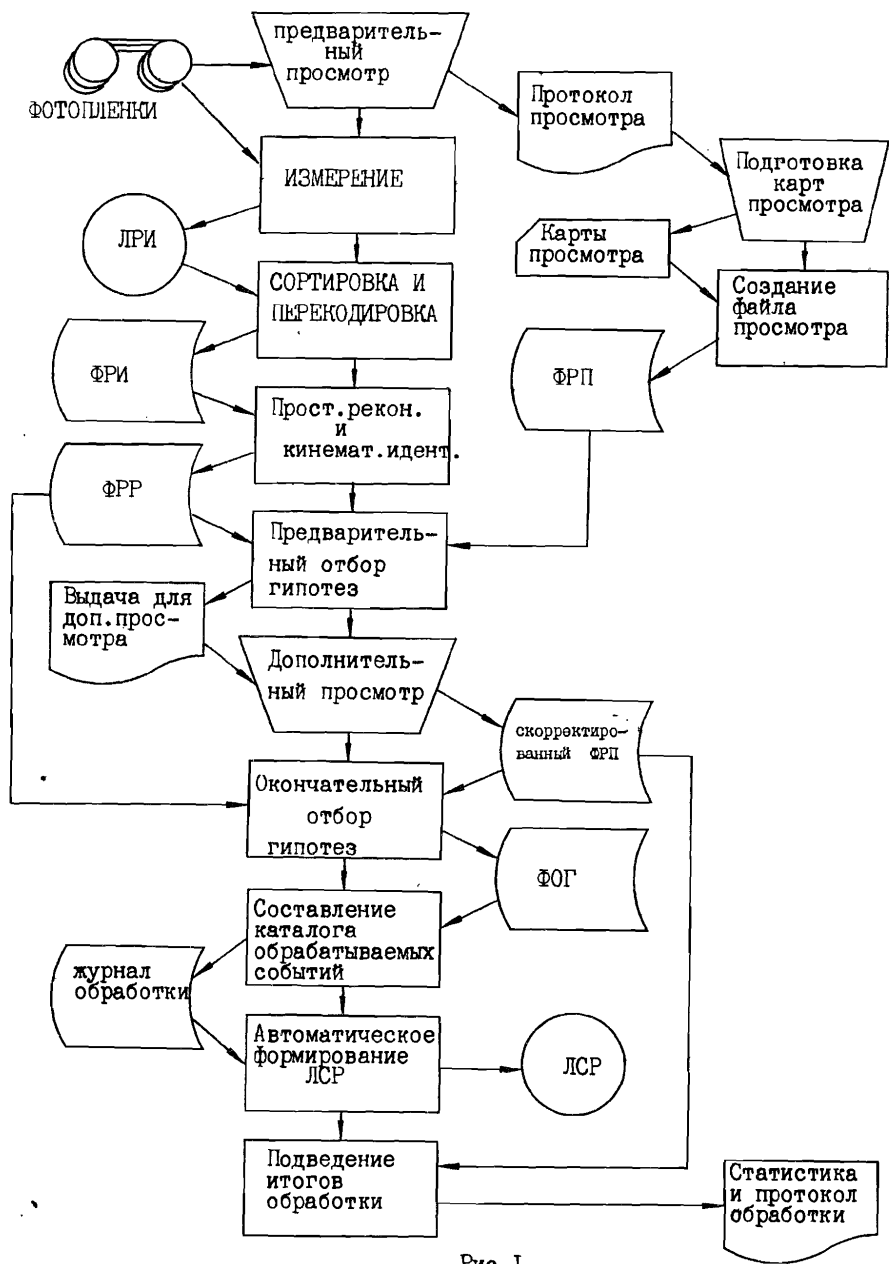


Рис. I

Дальнейшая обработка производится в следующей последовательности:

1. Результаты измерений упорядочиваются по номерам событий, переводятся в стандартный формат и записываются на магнитный диск (ФРИ). После этого оцениваются погрешности измерений изображений элементов событий и опорных точек снимков. Эти данные позволяют оценить качество измерений данного массива событий.

2. Производится восстановление пространственной картины измеренных событий и кинематическая идентификация результатов реконструкции. Эта операция выполняется с помощью программы ГЕОКИН^{6/}. Результаты реконструкции (ФРП) записываются на диск. Для того, чтобы упростить процедуру ведения "журнала" обрабатываемых событий, на файл результатов программы ГЕОКИН пишется информация обо всех обчисленных событиях. Если событие хорошее, т.е. восстановлены все треки, и после кинематической идентификации имеется одна или несколько гипотез, то для него результат записи состоит из двух логических реко́рдов: заголовка и основного массива данных. Если же событие было забраковано, то пишется только заголовок с указанием кода ошибки.

Примечание. Аналогичная ситуация имеет место и для всех остальных программ, начиная с формирования ФРИ. Таким образом, на файлах результатов всегда есть информация обо всех поступивших на вход системы событиях.

Поскольку обсчет одной ЛРИ или ее части обычно производится за несколько сеансов счета на ЭВМ, программа ГЕОКИН устанавливает файлы исходных данных и результатов счета в нужные позиции, автоматически обеспечивая пропуск нужного числа событий на входе и объединение результатов счета двух последовательных сеансов. Такое расширение возможностей программы и автоматический "перехват" фатальных ошибок позволили наладить практически ее безаварийную работу и автоматически организовать нормальное продолжение счета при большинстве ошибок операторов или сбоях в работе ЭВМ. От пользователя здесь требуется лишь указание машине номера магнитной ленты с исходными данными. Автоматическое продолжение счета происходит до тех пор, пока размер ФРП не достигнет заданного предела, определяемого либо емкостью магнитной ленты, либо местом на диске, доступном для размещения промежуточных результатов. Тогда продолжение счета автоматически прекращается, файл результатов переписывается с диска на ленту, и процесс счета продолжается далее до тех пор, пока размер файла либо снова не достигнет максимального значения, либо все исходные данные будут исчерпаны.

3. Результаты реконструкции анализируются специальной программой^{7/}, которая на основе заданных ей критериев отбора физических

гипотез (значений вероятностей, недостающих масс, импульсов и т.п.) и визуальных оценок "ионизации" вторичных частиц событий определяет число надежно идентифицируемых событий, а обо всех остальных выдает на печать информацию, позволяющую физикам при дополнительном просмотре принять решение о "судьбе" каждого из них. Кроме того, когда на кадре имеется несколько событий одной топологии, а их вершины находятся на небольших расстояниях друг от друга, информация о них записывается в специальный файл совпадающих событий (ФСС). Это нужно для того, чтобы в дальнейшем (после проведения перемеров) организовать автоматический отбор данных на ленту суммарных результатов стандартным путем, так как в этом случае результаты просмотра и изменений можно отождествлять, только рассматривая картину событий на всем снимке.

4. В ходе дополнительного просмотра проверяется достоверность программной идентификации событий, находятся ошибки в результатах просмотра, разрешаются неопределенные для программы ситуации, выявляются ошибочные события и т.п. На основе результатов дополнительного просмотра производится коррекция ФРП. Здесь в дополнение к стандартной процедуре можно просто указать номер гипотезы (или гипотез), которые следует переписать на ЛСР.

5. Формирование ЛСР производится в две стадии. Сначала производится автоматический отбор физических гипотез. Исходными данными для этой ситуации являются набор файлов ФРП и скорректированный файл результатов просмотра. Отобранные гипотезы записываются на специальный файл - файл отобранных гипотез (ФОР), на котором, кстати, хранится история обработки всех поступивших на вход событий. На основании файлов такого типа формируется журнал обрабатываемых событий, в который включаются заголовки всех поступивших в систему событий. На этой стадии с помощью специальной программы можно получить любые нужные для анализа данных списки (хорошо измеренных событий, плохо измеренных событий с указанием причин браковки, событий, которые нужно перемерить, или событий, которые были измерены несколько раз и дошли до конца, а также найденных при просмотре, но не поступивших на вход системы). Иначе говоря, все операции, требующие больших затрат ручного труда на ведение различного рода списков и их обработку, в нашем случае выполняются ЭВМ за несколько минут. Затем информация с дисковых или ленточных файлов ФОР переписывается на ЛСР. В ходе этой переписки автоматически исключаются повторные измерения одних и тех же событий.

Обработка повторных измерений первоначально забракованных событий ведется точно по такой же схеме, что и основных. Причем здесь имеется две возможности. Все измерения (основные и перемеры) накапливаются на файлах ФОР, включаются в "журнал" обрабатываемых событий, и формирование ЛСР идет по обычной схеме.

Указанные ранее списки можно получать на любом этапе процесса обработки, начиная с результатов реконструкции. Однако практика показала, что лучше это делать в конце, после исправления результатов просмотра по данным дополнительного просмотра, либо после программного отбора с учетом визуальных оценок ионизации.

Такова в общих чертах процедура обработки filmовой информации в рамках рассматриваемой системы. Для нее характерно отсутствие карт отбора физических гипотез (slice-карт)^{/8/}, применявшихся в традиционных системах, программное ведение "журнала" обрабатываемых событий и ликвидация ручного труда при составлении различного рода списков и подведении итогов анализа.

§ 2. Программное обеспечение системы

Программное обеспечение системы состоит из следующих элементов:

I. Программа обработки результатов просмотра (SCAN)^{/3/}

предназначена для решения следующих задач:

- переписи информации с карт просмотра на перманентный файл магнитного диска с проверкой вводимой информации и упорядочивания карт просмотра по номерам событий;
- редактирования файла результатов просмотра;
- сравнения результатов двух просмотров;
- распечатки содержимого файла результатов просмотра;
- получения статистических данных.

Программа SCAN была создана для ЭВМ CDC-6500 и основывается на возможностях системных программ SORT-MERGE и FORM.

II. Программа ZINPUT предназначена для преобразования информации, поступающей с различных измерительных устройств (НРД, полуавтоматы, СИ), и решает следующие задачи:

- распознавания измерительного устройства и автоматического выбора варианта декодирования входных данных;
- проверки входных данных и выявления измерений, содержащих фатальные ошибки;
- преобразования результатов измерений в FQX - формат системы "Гидра"^{/9/} и присваивания им соответствующих меток.

Программа позволяет обрабатывать ленту измерений целиком, либо по частям, вплоть до четырех массивов из разных частей ленты. Для этого необходимо задать программе число массивов, которые нужно отобразить, и номера их первых и последних событий.

III. Программа NERVA производит упорядочивание событий по их номерам, используя для этого системные подпрограммы для работы с файлами произвольного доступа (Random Access File)^{/10/}.

Поскольку в нашем случае сортируются только номера событий, то программа не требует большой памяти и работает достаточно быстро.

IV. Программа TEST предназначена для оценки качества измерений элементов событий и опорных точек стереоснимков.

V. Программа ГЕОКИН восстанавливает пространственную картину измеренных событий и производит кинематическую идентификацию результатов реконструкции.

VI. Программа СЛЕРН производит предварительный и окончательный отбор физических гипотез по задаваемым ей критериям с учетом визуальных оценок ионизации вторичных частиц ^{7/}.

VII. Программа PASPORT предназначена для решения следующих задач:

- создания и пополнения "журнала" обрабатываемых событий;
- поиска повторных измерений одних и тех же событий;
- составления различного рода списков.

VIII. Программы BOSCEV и FOXSORT предназначены для образования ФРП для событий с близкими значениями координат вершин и упорядочивания соответствующих им массивов. Наличие второй программы сортировки связано с тем, что с помощью стандартных программ нельзя работать с данными в FQX-формате.

IX. Назначение программ COLLDST и SCSPRT - автоматическое формирование лент суммарных результатов и подведение итогов обработки. Таковы основные элементы системы.

Общение пользователей с системой осуществляется при помощи управляющих процедур, которые хранятся на диске. При обращении к ним указываются соответствующие параметры. Так, например, первые три программы ZINPUT, NELJA и TEST объединены в рамках одной процедуры ZINPUT, при обращении к которой в стандартном режиме требуется лишь номер магнитной ленты с результатами измерений. Перепись информации с диска на ленту производится с помощью процедуры DUMP, которой нужно указать номер магнитной ленты с исходными данными и номер ленты, на которую нужно переписать информацию с диска.

§ 3. Опыт эксплуатации системы

Испытания системы и проверка ее работы проводились в конце 1985 и начале 1986 годов. В ходе их проведения было обработано около 21 тысячи измеренных событий, включая 4,5 тысячи перемеров. Из них на ЛСР было отобрано около пятнадцати тысяч событий (14574). На это потребовалось около 35 часов времени работы центрального про-

цессора ЭВМ CDC-6500. Из них автоматический отбор гипотез занял около 3 часов, формирование ЛСР - около часа, подведение итогов обработки ~20 мин. Надежная работа системы и хорошая защита ее элементов от внешних помех практически исключили потери времени из-за сбоев ЭВМ, ошибок операторов и лаборантов, готовивших задачи к счету.

В таблице приведены ориентировочные данные о затратах времени на различных этапах работы системы, отнесенные к одной тысяче событий, и ресурсах памяти на магнитных дисках, необходимых для записи результатов счета и работы соответствующих программ.

Таблица

Этап	Время CP (мин)	Размер файла на диске (Мбайт)	Размер памяти, требуемый для работы програм- мы (Мбайт)
Формиров. ФРП	5	0,03	7,2*
Формиров. ФРИ	15	5,76	26,4
Реконстр. и идентифик.	60	7,68	57,6
Отбор гипо- тез	15	0,32	96,0*
Формиров. ЛСР и подвед. итогов	5	0,32	33,6*

Данные со звездочкой *) приведены в расчете на 20 тыс. событий. Для хранения программ обработки требуется около 3 Мбайт.

Из приведенных в таблице данных видно, что для оптимальной работы системы, когда все промежуточные результаты хранятся на дисках, а обработка по основным программам ведется параллельно, требуется около 200 Мбайт внешней памяти. В этом случае магнитные ленты будут использоваться для хранения входных данных результатов счета по программе ГЕОКИН и суммарных результатов эксперимента.

На диске, емкость которого составляет 100 Мбайт, также можно достаточно эффективно организовать этот процесс, но тогда требуются дополнительные магнитные ленты для записи результатов программного отбора. И, кроме того, возникает необходимость объединения ЛРР, т.к. не всегда они заполняются полностью.

Если же система использует диск 29 Мбайт, то появляется слишком много магнитных лент с промежуточными результатами. Так, например,

общее число лент, применявшихся в процессе обработки, составило 68. Из них 17 использовались для записи результатов измерений, 42 - для результатов программы ГЕОКИН и 8 - для результатов отбора физических гипотез. Кроме того, для устранения потерь информация с диска переписывалась на две магнитные ленты. Обилие магнитных лент в системе создает определенные неудобства в работе, и желательно принимать все меры для их сокращения.

Подводя итог сказанному, можно сформулировать следующие выводы:

1. Разработанная система позволяет в весьма сжатые сроки производить обработку фильмовой информации за счет оптимизации как самого процесса, так и сокращения, а в ряде случаев и практического устранения затрат ручного труда.

2. Оптимальный режим работы системы может быть достигнут при выделении для ее работы внешней дисковой памяти около 200 Мбайт. Можно также работать и на памяти ~ 100 Мбайт, но со значительно меньшими удобствами.

3. Поскольку часть операций, связанных с формированием и коррекцией файла результатов просмотра, проверки процедуры выбора гипотез и т.п. занимает немного времени, то их лучше производить в интерактивном режиме.

В заключение авторы выражают искреннюю благодарность инженерному персоналу и операторам ЭВМ CDC-6500 за создание условий для проведения этой работы.

Литература

1. Балгансурен Я. и др. ОИЯИ, P10-85-516, Дубна, 1985.
2. Балгансурен Я. и др. ОИЯИ, IO-85-510, Дубна, 1985.
3. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, IO-81-359, Дубна, 1981.
4. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, IO-4513, Дубна, 1969.
5. Виноградов А.Ф. и др. ОИЯИ, IO-8783, Дубна, 1975.
6. Бадалян С.Г. и др. ОИЯИ, P10-I2474, Дубна, 1979.
7. Балгансурен Я. и др. ОИЯИ, P10-86-412, Дубна, 1986.
8. TC PROGRAM LIBRARY, v.2, CERN, 1968.
9. Hydra System Manual, CERN, Geneva, 1979.
10. CONTROL DATA. CYBER 70 Computer Systems Models 72,73,74,76, 7600 Computer Systems 6000 Computer Systems. FORTRAN Extended Version 4, Reference Manual, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
24 октября 1986 года.

Балгансурен Я. и др.

P10-86-706

Высокоавтоматизированная система математической обработки фильмовой информации для экспериментов с поляризованными дейтронами

Для обеспечения своевременной обработки фильмовой информации экспериментов с поляризованными дейтронами была разработана специализированная программная система, позволившая существенно сократить сроки обработки. С ее помощью предварительные данные о поляризации дейтронов были получены через несколько месяцев после начала эксперимента, а полная обработка -15 тысяч событий - проведена менее чем за год, считая с момента облучения камеры. Высокого темпа процесса обработки удалось достичь за счет комплексной автоматизации всех его этапов:

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Balgansuren Ja. et al.

P10-86-706

High-Automation System of Film Data Mathematical Processing for Polarized Deuteron Experiments

A specialized software system which allowed to essentially reduce the time of experimental data analysis has been developed in order to provide timely processing of film information for polarized deuteron experiments. With its help preliminary data on deuteron polarization has been obtained in a few months after experiment start up, and the total data processing of 15 thousand events has been carried out in less than in a year from the chamber irradiation time. High rate of data processing has been achieved due to complex automation of all stages of processing.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986