

**СВООЩЕНИЯ  
ОБЪЕДИНЕННОГО  
ИНСТИТУТА  
ЯДЕРНЫХ  
ИССЛЕДОВАНИЙ  
ДУБНА**

**P10-86-612**

**А.У.Абдурахимов, Я.Балгансурен, Н.А.Буздавина,  
Н.Н.Говорун, В.С.Гоман, В.Г.Иванов,  
А.Т.Матюшин, Л.С.Охрименко, И.С.Саитов**

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА  
МАТЕМАТИЧЕСКОЙ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ  
С ГИБРИДНОГО СПЕКТРОМЕТРА**

**1986**

Для экспериментов в области релятивистской ядерной физики требуются детекторы, обладающие  $4\pi$ -геометрией, избирательностью и высоким пространственным и временным разрешением<sup>/1/</sup>.

К такому классу детекторов относится гибридный спектрометр ГИЭС<sup>/2/</sup>, сооруженный в ЛВЭ ОИЯИ и представляющий собой соединение стримерной камеры, бесфильмового спектрометра на пропорциональных камерах и триггерных систем.

Для этой установки в ЛВТА ОИЯИ разработана и создана автоматизированная система математической обработки получаемых на ней данных, которая и описывается в настоящей работе.

#### 1. Общая организация обработки данных с установки ГИЭС

Принципиальная схема процесса обработки данных показана на рис. 1. Анализ данных начинается с обработки результатов просмотра<sup>/3,4/</sup>.

В процессе просмотра найденные события фиксируются на специальных бланках, а затем записываются в виде перманентного файла (ФРП) на магнитный диск ЭВМ CDC-6500, а для данных с электроники на МЛ (ЛРЭ).

После этого для отобранных при просмотре событий производятся измерения стереоснимков на ПУОСах (или автоматических устройствах). Результаты измерений записываются на МЛ (ЛРИ), и создается соответствующий перманентный файл результатов измерений (ФРИ).

Затем специальной программой эти события упорядочиваются по номерам фотопленки и стереокадров, информация преобразуется в стандартную форму, производится проверка правильности измерений различных элементов событий на их стереоснимках и создается файл результатов (ЛУС, ФРУ) в согласованном формате для дальнейшей обработки.

Для событий инклюзивного типа специальной программой производится только геометрическая реконструкция, а для эксклюзивного типа не только геометрическая реконструкция, но и кинематическая идентификация и создаются соответствующие файлы (ФГР, ФГРК). Для использования в процессе идентификации и отбора событий данных с электронных детекторов на этом этапе необходимо объединить результаты измерений стереоснимков с данными, полученными с помощью электронных детекторов (ЛРЭ; ФРОС).

Затем специальная программа отбирает из результатов реконструкции и идентификации те события, которые удовлетворяют заданным критериям отбора. Для сведения к минимуму затрат ручного труда на стадии анализа результатов идентификации в результаты просмотра можно включить дополнительную информацию о природе тех или иных треков. Перед копированием файлов на МЛ по результатам программы просмотра составляется паспорт обработанного массива данных. В паспорт входят следующие списки событий:

- хорошо измеренные события;
- дважды измеренные и оба раза забракованные события;
- дважды измеренные события;
- забракованные события, которые нужно перемерить.

Затем при отборе физических гипотез учитывается визуальная оценка ионизации треков или имеющаяся для данного события информация с электронных детекторов.

С помощью программы на основе сопоставления результатов просмотра и геометрической реконструкции событий выделяются те события, для которых программная идентификация является достоверной. Для остальных на печать выдается информация как о результатах просмотра, так и об идентификации с тем, чтобы физики-экспериментаторы могли анализировать неоднозначно идентифицированные события и уточнить критерии их отбора. Что касается однозначно идентифицированных событий, то для них на печать выдаются лишь номера отобранных гипотез и результаты визуальных оценок ионизаций треков.

На этапе окончательного отбора физических гипотез программа работает в режиме переписи физических гипотез, производится проверка и исправление результатов просмотра и создается файл результатов окончательного отбора (ФРО). Из этого файла удаляются все повторные измерения, строятся распределения некоторых величин, по которым можно судить о надежности и достоверности полученных результатов. И если в полученных данных нет каких-либо систематических искажений и ошибок, то они переписываются на ленту суммарных результатов (ЛСР).

Математическая обработка завершается статистическим анализом экспериментальных данных, накопленных на ленте суммарных результатов, и физической интерпретацией эксперимента.

Таким образом, обработку событий с установки ГИЭС можно вести по следующим программным комплексам:

- программы обработки результатов просмотра;
- программы для оперативной проверки правильности расположения координат вершин и треков, а также их адресов;

- программы упорядочения и преобразования результатов измерения стереоснимков на полуавтоматах ОИЯИ во входной формат программы геометрической реконструкции и кинематической идентификации;

- программы моделирования каналов реакции и их кинематической идентификации;

- программы геометрической реконструкции и кинематической идентификации событий;

- программы выделения событий и отбора гипотез по заданным критериям;

- программы формирования лент суммарных результатов;

- программы статистической обработки данных.

Все программы системы созданы из текстов основных модулей системы "Гидра"<sup>/5/</sup>. Сборка текстов программ в форме, пригодной для трансляции, производится с помощью редактора УРАТСНУ<sup>/6/</sup>.

## 2. Испытание системы математической обработки

Работа описанной системы проверялась на моделированных 2- и 4-лучевых событиях<sup>/8/</sup>. Эти события генерировались по методу Монте-Карло при следующих двух предположениях. В первом варианте предполагалось, что распределение по фазовому объему в системе центра масс изотропно. Во втором - в события был включен кумулятивный протон.

Результаты генерации формируются в формате системы "Гидра" и являются входными для работы программы геометрической реконструкции и кинематической идентификации событий.

При геометрической реконструкции и кинематической идентификации этих событий, образованных протонами с импульсами 10 ГэВ/с при взаимодействии с дейтоном с измерительными ошибками  $\Delta$  из.ош. = 0,100,200,300 мкм (в объеме камеры), рассматривались следующие гипотезы для каждого взаимодействия по отдельности.

### 2-лучевые

1.  $pd \rightarrow pdx^0$
2.  $pd \rightarrow dp\pi^0$
3.  $pd \rightarrow ppn$

### 4-лучевые

1.  $pd \rightarrow ppp\pi^0$
2.  $pd \rightarrow pp\pi^+\pi^0$
3.  $pd \rightarrow p\pi^-\pi^+\pi^0$
4.  $pd \rightarrow \pi^-\pi^+pp\pi^0$

При геометрической реконструкции пространственной картины событий параметры треков (импульсы и углы) вычисляются, как правило, для нескольких предположений о массах образовавшихся частиц.

В процессе кинематической идентификации проверяется соответствие измеренных параметров закону сохранения энергии-импульса для каждой из заданных гипотез и из рассмотрения исключаются те, для которых это соответствие в пределах экспериментальных ошибок не выполняется<sup>/7/</sup>.

В качестве критериев отбора используются значения недостающих масс, вероятностей (или  $\chi^2$ ), а также характеризующие сходимость итерационного процесса.

Полученные результаты (при малых значениях измерительных ошибок) показывают, что для конкретной гипотезы фитированные значения параметров треков совпадают с измеренными.

### 3. Основные задачи, решенные в процессе разработки системы

В процессе разработки и создания системы математической обработки данных потребовалось решить следующие основные задачи:

1. Разработать методику выделения событий и отбора физических гипотез с учетом ионизации треков, которые зафиксированы на файле данных с электронных детекторов.

2. Разработать алгоритм и простую схему упорядочения измеренных событий для дальнейшей их обработки по соответствующим программам.

3. Разработать и создать разные варианты программного обеспечения обработки каналов реакции инклюзивного и эксклюзивного типа.

4. Автоматизировать выделения хороших событий и отбор гипотез по критериям отбора, а также контролировать достоверность их идентификации.

5. Разработать методику и автоматизировать процесс формирования ЛСР путем исключения из него отбора и переложения на специально созданные программы таких трудоемких операций, выполняемых человеком, как поиск результатов нескольких измерений одних и тех же событий и выбор из них наилучших, "просмотр" результатов реконструкции и составление списков событий для повторных измерений, дважды забракованных при реконструкции и идентификации, наконец, хороших событий, т.е. успешно прошедших все испытания и готовых к переписи на ЛСР.

Таким образом, автоматизированная система обработки результатов обмера камерных фотографий включает комплекс программ для обчета результатов измерений камерных фотоснимков, программ обработки результатов просмотра, программ окончательного отбора событий и программ формирования лент суммарных результатов.

### Заключение

Описанная в работе система для обработки событий с установки ГИЭС тестировалась на моделированных событиях. Всего по программам системы было обчислено более 3000 моделированных 2- и 4-лучевых взаимодействий и получены их общие характеристики.

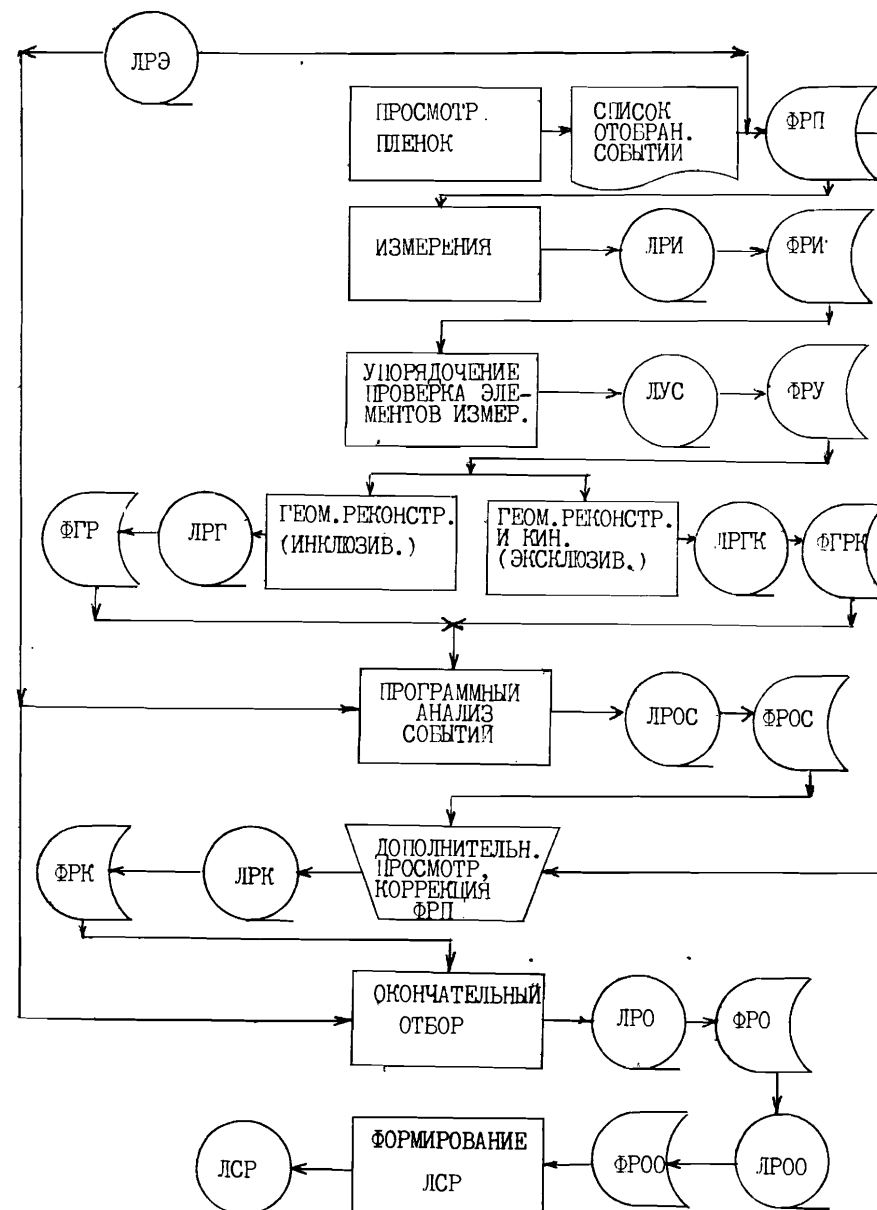


Рис. 1

### Литература

1. Матюшин В.Т. ОИЯИ, Д2-82-568, Дубна, 1982.
2. Аксиненко В.Д. и др. ОИЯИ, I3-83-436, Дубна, 1983.
3. Глаголев В.В. и др. ОИЯИ, P10-82-460, Дубна, 1982.
4. Балгансурен Я. и др. ОИЯИ, P10-85-516, Дубна, 1985.
5. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, P10-80-657, Дубна, 1980.
6. Klein H., Zoll J. PATCHY Reference Manual for Version 4.01, CERN Program Library, Geneva, 1977.
7. Глаголев В.В. и др. ОИЯИ, P10-82-359, Дубна, 1982.
8. Абдурахимов А.У. и др. ОИЯИ, P10-86-611, Дубна, 1986.

### ТЕМАТИЧЕСКИЕ КАТЕГОРИИ ПУБЛИКАЦИЙ ОБЪЕДИНЕННОГО ИНСТИТУТА ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Индекс	Тематика
1.	Экспериментальная физика высоких энергий
2.	Теоретическая физика высоких энергий
3.	Экспериментальная нейтронная физика
4.	Теоретическая физика низких энергий
5.	Математика
6.	Ядерная спектроскопия и радиохимия
7.	Физика тяжелых ионов
8.	Криогеника
9.	Ускорители
10.	Автоматизация обработки экспериментальных данных
11.	Вычислительная математика и техника
12.	Химия
13.	Техника физического эксперимента
14.	Исследования твердых тел и жидкостей ядерными методами
15.	Экспериментальная физика ядерных реакций при низких энергиях
16.	Дозиметрия и физика защиты
17.	Теория конденсированного состояния
18.	Использование результатов и методов фундаментальных физических исследований в смежных областях науки и техники
19.	Биофизика

Рукопись поступила в издательский отдел  
11 сентября 1986 года.

## НЕТ ЛИ ПРОБЕЛОВ В ВАШЕЙ БИБЛИОТЕКЕ?

Вы можете получить по почте перечисленные ниже книги, если они не были заказаны ранее.

D2-82-568	Труды совещания по исследованиям в области релятивистской ядерной физики. Дубна, 1982.	1 р. 75 к.
D9-82-664	Труды совещания по коллективным методам ускорения. Дубна, 1982.	3 р. 30 к.
D3.4-82-704	Труды IV Международной школы по нейтронной физике. Дубна, 1982.	5 р. 00 к.
D11-83-511	Труды совещания по системам и методам аналитических вычислений на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1982.	2 р. 50 к.
D7-83-644	Труды Международной школы-семинара по физике тяжелых ионов. Алушта, 1983.	6 р. 55 к.
D2,13-83-689	Труды рабочего совещания по проблемам излучения и детектирования гравитационных волн. Дубна, 1983.	2 р. 00 к.
D13-84-63	Труды XI Международного симпозиума по ядерной электронике. Братислава, Чехословакия, 1983.	4 р. 50 к.
D2-84-366	Труды 7 Международного совещания по проблемам квантовой теории поля. Алушта, 1984.	4 р. 30 к.
D1,2-84-599	Труды VII Международного семинара по проблемам физики высоких энергий. Дубна, 1984.	5 р. 50 к.
D17-84-850	Труды III Международного симпозиума по избранным проблемам статистической механики. Дубна, 1984. /2 тома/	7 р. 75 к.
D10,11-84-818	Труды V Международного совещания по проблемам математического моделирования, программированию и математическим методам решения физических задач. Дубна, 1983	3 р. 50 к.
	Труды IX Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна, 1984 /2 тома/	13 р. 50 к.
D4-85-851	Труды Международной школы по структуре ядра, Алушта, 1985.	3 р. 75 к.
D11-85-791	Труды Международного совещания по аналитическим вычислениям на ЭВМ и их применению в теоретической физике. Дубна, 1985.	4 р.
D13-85-793	Труды XII Международного симпозиума по ядерной электронике. Дубна 1985.	4 р. 80 к.

Заказы на упомянутые книги могут быть направлены по адресу:  
101000 Москва, Главпочтамт, п/я 79  
Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований

Абдурахимов А.У. и др.

P10-86-612

Автоматизированная система математической обработки данных с гибридного спектрометра

Описывается автоматизированная система математической обработки данных с гибридного спектрометра. Система обеспечивает автоматический счет данных по заданным цепочкам программ, разбор и предварительный анализ результатов счета. Работа описанной системы проверялась на моделированных двух- и четырехлучевых  $pd$ -событиях.

Работа выполнена в Лаборатории вычислительной техники и автоматизации ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна 1986

Перевод О.С.Виноградовой

Abdurakhimov A.U. et al.

P10-86-612

An Automated System for Hybrid Spectrometer Data Mathematical Processing

An automated system for hybrid spectrometer data mathematical processing is described. The system provides for automatic processing by chains of programs, preliminary analysis of computer results. The system operation was tested on two- and four-prong modelled events.

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

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna 1986