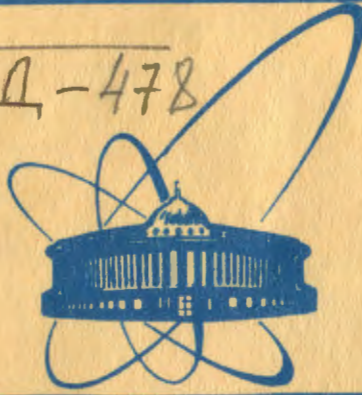


Д-478



СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА

6500/2-81

28/41-81

P10-81-638

А. Дирнер

БАЗОВОЕ МАТЕМАТИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ
ДЛЯ $\bar{\nu}_p$ -ЭКСПЕРИМЕНТА НА ЭВМ CDC-6500

Введение

В связи с проводимым в ОИЯИ Тр - экспериментом на камере "Людмила" /1/ потребовалось создание специального математического обеспечения для обработки результатов измерений камерных фотографий.

Базовое математическое обеспечение системы обработки результатов измерений состоит из программ, с помощью которых производится пространственная реконструкция событий, зарегистрированных в камере, их кинематический анализ и формирование массивов с суммарными результатами эксперимента. Характерной особенностью программного обеспечения является то, что оно полностью построено на базе системы модульного программирования "Гидра" /2/.

Чтобы наладить массовую обработку измеряемых событий, необходимо решить ряд методических задач. Поэтому базовое математическое обеспечение было расширено за счет соответствующих программ.

Настоящее сообщение посвящено описанию базового математического обеспечения Тр - эксперимента на камере "Людмила".

§ 1. Организация обработки результатов обмера камерных фотографий

Измерения стереоснимков, получаемых с помощью камеры "Людмила", производятся на полуавтоматах /3/ и сканирующем автомате типа НРД /4/. Результаты обмера, обработанные по программе TINPUT /5/ или цепочке программ типа НАЗЕЗ /6/, накапливаются на магнитных лентах в виде PRGEOM-массивов /7/.

Схема математической обработки результатов измерений на ЭВМ CDC - 6500 показана на стр.3.

Измеренные события обсчитываются по программе НГЕОКИН, которая восстанавливает их пространственную картину и производит кинематическую идентификацию. Результаты счета, состоящие

из набора кинематических гипотез, записываются вместе с необходимой служебной информацией на ленту кинематических результатов (ЛКР). События, забракованные этой программой, направляются на повторные измерения.

В связи с тем, что в нашем случае на основе анализа закона сохранения энергии – импульса, как правило, не удастся однозначно идентифицировать события, для выделения наиболее вероятных гипотез физики проводят дополнительный просмотр результатов счета и соответствующих стереоснимков. В ходе этого просмотра проверяется соответствие между наблюдаемой на снимках ионизацией треков и вычисленной для заданных массовых гипотез.

Дальнейшая обработка осуществляется с помощью программы HEDIT, которая предназначена для выполнения следующих функций:

- получения карт отбора гипотез;
- формирования ленты архивных результатов (ЛАР);
- формирования ленты суммарных результатов (ЛСР).

Рассмотрим каждую из них в отдельности.

Получение карт отбора гипотез возможно в трех режимах:

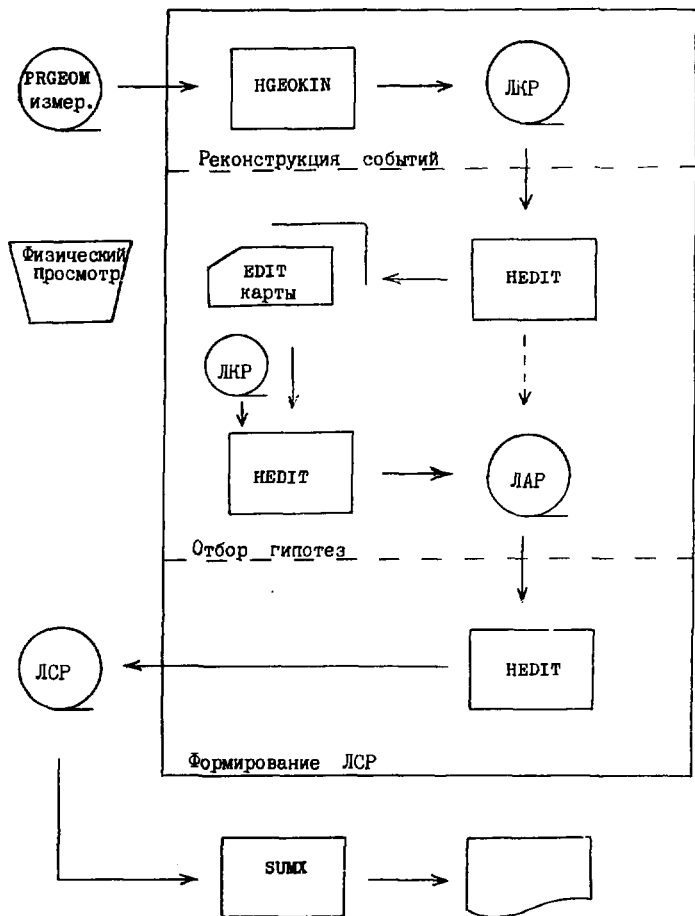
- на каждую гипотезу выдается карта отбора (обычный);
- карта отбора выдается только для гипотезы, удовлетворяющей заданным критериям отбора (автоматический с сопровождением);
- гипотезы отбираются по заданным критериям, и однозначно идентифицированные события (только одна гипотеза на событие) записываются на ленту архивных результатов, а для неоднозначно идентифицированных выдаются карты отбора (автоматический).

Карты отбора в дальнейшем используются для формирования ЛАР.

Лента архивных результатов содержит только физические гипотезы, выделенные из ЛКР на основе карт отбора, и однозначно идентифицированные события. Если на первом этапе использовался автоматический режим, то ЛАР дополняется гипотезами из неоднозначно идентифицированных событий, удовлетворяющими визуальной оценке ионизации. Список этих гипотез задается картами отбора. Затем на основе имеющейся ЛАР по заданным пользователем тестам для отбора гипотез (событий) формируется ЛСР в требуемом формате.

Четкое разделение этапов отбора гипотез и формирования ЛСР позволяет нам:

- выдавать минимальное количество карт отбора по мере уточнений критериев отбора физических гипотез;
- хранить результаты реконструкции событий по программе HBEOKIN в сокращенном виде, поскольку ЛАР содержит не все, а только физические гипотезы;
- создавать временные ЛСР для решения частных задач.



На этом завершается та стадия процесса обработки результатов обмера камерных фотографий, когда анализируется каждое событие в отдельности и полученные данные накапливаются для последующей физической интерпретации эксперимента с помощью программы SUMX ¹⁷¹.

Программы НГЕОКИН и НЕДИТ являются базовым математическим обеспечением системы обработки событий \bar{p} -эксперимента на камере "Людмила" и созданы на основе системы "Гидра". Кроме этого, в математическое обеспечение входят программы НУГЕОМ - для геометрической реконструкции событий, НУКИН - для кинематической идентификации событий, НУГЕОМВ - для обработки пучковых треков. Последние три являются дополнением к базовому математическому обеспечению и предназначены для решения частных или методических задач.

Организация системы обработки информации для \bar{p} -эксперимента на камере "Людмила" позволила на базе двух программ, НГЕОКИН и НЕДИТ, создать гибкое математическое обеспечение для ведения массовой обработки измеряемых событий.

§ 2. Программа геометрической реконструкции и кинематической идентификации событий

Одним из эффективных путей ускорения процесса анализа фильмовой информации является устранение его многоступенчатого характера. Это достигается за счет сокращения числа программ, по которым ведется обсчет данных. В связи с этим для массовой обработки данных \bar{p} -эксперимента была создана объединенная программа геометрической реконструкции и кинематической идентификации событий (НГЕОКИН) на базе геометрических и кинематических модулей системы "Гидра"/8/.

Обработка результатов измерений производится в следующей последовательности:

- измеренные на стереоснимках координаты изображений элементов события пересчитываются в плоскость, заданную координатами реперных крестов, с учетом искажений, вносимых системой фотографирования;
- идентифицируются изображения вершин события, вычисляются пространственные координаты и их ошибки;
- идентифицируются проекции треков события на его стереоснимках и вычисляются их параметры (импульс, глубинный и азимутальный углы и их ошибки) в рабочем объеме камеры;
- уточняются параметры треков для заданных массовых гипотез с учетом потерь энергии, многократного рассеяния и топографии магнитного поля (массовый фит);
- корректируются значения координат вершин события с учетом параметров выходящих из них треков;
- вычисляются параметры двухточечных треков, если таковые имеются;

- проверяется соответствие вычисленных значений параметров пучкового трека заданным, и если их совпадение удовлетворительное, то событие поступает на дальнейшую обработку;
- определяется топология события, проверяется наличие блока гипотез для восстановленного события и производится кинематическая идентификация одновершинного события;
- результаты геометрической реконструкции и кинематической идентификации события в соответствии со стандартом, принятым в прикладных программах системы "Гидра", записываются на внешний носитель памяти.

Результаты обработки записываются на ЛКР. В случае событий, для которых восстановлены не все измеренные треки или при идентификации забракованы все рассмотренные гипотезы, на ленту записывается только служебная информация.

Программа позволяет накапливать и выдавать на печать информацию об испытываемых и забракованных гипотезах, которая бывает полезна на первых этапах работы при проведении методических исследований.

Необходимая для геометрической реконструкции и кинематической идентификации событий информация о параметрах установки, магнитном поле, оптической системе, типе измерительного прибора, рассматриваемых гипотезах и т.д. задается в специальных блоках информации. Включение в программу процедуры обработки аварийных ситуаций позволило организовать обсчет больших массивов измеренных данных.

Программа имеет оверлейную структуру. Данный ее вариант позволяет вести обработку событий с полуавтоматов и со сканирующего автомата типа НРБ. Формальные ошибки в исходных данных выявляются на стадии ввода, и информация о них выдается на печать.

§ 3. Программа формирования лент суммарных результатов

HEBIT

Формирование лент суммарных результатов (ЛСР) производится с помощью программы HEBIT, созданной на базе системы EDIT^{/9/}, которая предназначена для редактирования выходных структур данных прикладных программ системы "Гидра". Использование единого специализированного формата внутри системы (GQH-формат^{/2/}) для информационного сопряжения модулей на уровне внешней памяти позволяет использовать систему EDIT в качестве редактора выходных структур данных на разных стадиях обработки и решения многообразных задач.

Событие на ЛКР записывается в FQT-формате и состоит из одного или нескольких рекордов. Первый рекорд обязательно содержит пользовательский вектор заголовка события со служебной информацией, остальные – банки, организованные в виде выходных структур прикладных программ системы "Гидра".

Программа NEDIT предназначена для решения следующих задач:

- выбора из результатов кинематической идентификации событий только тех гипотез, которые являются наиболее вероятной интерпретацией события; они определяются либо картами отбора, либо программным путем, если известны критерии отбора физических гипотез;
- получения требуемых карт отбора гипотез в нескольких режимах;
- вычисления дополнительных величин в соответствии с форматом ЛСР, дополнительного отбора гипотез по заданным тестам и формирования стандартных массивов;
- редактирования выходных структур данных любой сложности;
- подготовки данных для перемеров событий, не прошедших процесс полной обработки, и получения соответствующих списков событий;
- проверки результатов кинематической идентификации событий и процесса формирования ЛСР;
- распечатки результатов геометрической реконструкции или кинематической идентификации событий;
- упорядочения массива событий по номерам;
- объединения результатов реконструкции нескольких независимых измерений одних и тех же событий.

Для выполнения этих задач программа NEDIT работает в нескольких режимах. Первый режим предназначен для получения соответствующих карт отбора гипотез. Второй режим обеспечивает создание ЛАР с помощью карт отбора. Третий режим этой программы нужен для создания ЛСР, когда информация о событии представляется в виде одной логической единицы записи. Также имеется возможность включения нескольких режимов одновременно или применение нескольких дополнительных.

Программа имеет оверлейную структуру. Она является очень гибкой в отношении подключения дополнительных возможностей. Это осуществляется путем замены соответствующих подпрограмм пользователя. Описание структуры данных определяется в специальном информационном блоке. Набор редактирующих операций над структурой банков вызывается управляющими директивами. Режимы работы задаются общей директивой. Возможность обмена промежуточными результатами счета с ЭВМ серии ЕС обеспечивается применением FQT-пакета^{1/2} системы "Гидра".

§ 4. Дополнительные возможности программного обеспечения для проведения методических исследований

Для проведения различного рода методических исследований в системе программного обеспечения Тр-эксперимента имеются следующие три программы:

- программа геометрической реконструкции;
- программа кинематической идентификации;
- программа определения параметров пучка по результатам измерений одиночных треков.

Сохранение в системе отдельных программ геометрической реконструкции и кинематической идентификации оказалось весьма полезным при проведении различного рода методических исследований, включая подбор констант, исследование причин отказов в процессе реконструкции и т.п. Эти программы весьма интенсивно использовались на этапе подготовки системы для массовой обработки данных.

Кроме того, они позволяют организовать объединение результатов реконструкции нескольких измерений одних и тех же событий, для которых имеются забракованные треки, и их последующую обработку по кинематической программе.

Важной методической задачей, которую необходимо решить до начала массовой обработки, является определение параметров пучка. В нашем случае для этого используются результаты измерений проходящих через камеру пучковых треков. Для их реконструкции на базе геометрической программы была создана специальная программа (НУГЕОМВ), предназначенная для реконструкции одиночных треков и накопления вычисляемых параметров в банках одномерных, двумерных и профильных гистограмм.

Исходными данными для реконструкции являются результаты измерений проходящих через камеру пучковых треков. Программа сначала восстанавливает в камере фиктивную вершину однолучевого события, в качестве которой берется первая измеренная на треке точка, а затем вычисляются параметры пучкового трека и их ошибки.

Накопление результатов реконструкции в банках соответствующих гистограмм позволяет пользователю по результатам счета получать информацию об интересующих его параметрах пучка и их ошибках на входе в камеру, координатах центра пучка и его размерах, а также о зависимости параметров от координат точки входа пучкового трека и его направления.

§ 5. Основные характеристики программного обеспечения

Характерной особенностью программного обеспечения для обработки результатов измерений снимков с \bar{F} - взаимодействиями является то, что оно полностью построено на базе модульной системы программирования "Гидра".

Управляющие программы, дополнительные модули, исправления и дополнения к основным процедурам, учитывающие специфику камеры "Людмила", характер проводимого на ней эксперимента и тип измерительных систем, а также набор констант и тестов хранятся на специальных РАМ-файлах пользователя^{10/}. Эти РАМ-файлы организованы таким образом, что позволяют пользователям создавать требующиеся им варианты программ по заданиям, составляемым на специализированном языке запросов.

Развитая система диагностирования ошибок и включение средств для обработки аварийных ситуаций позволила наладить массовую обработку данных.

Созданное программное обеспечение базируется на версии системы "Гидра 3.30". Основные программы системы реализованы на ЭВМ CDC-6500 с оперативной памятью 49К и имеют оверлейную структуру.

Общая длина программы HGEOKIN равна 62К при длине блока динамической памяти 18К. Это позволяет обсмчитывать по ней события любой множественности, наблюдаемые в \bar{F} -взаимодествиях.

Общая длина программы для формирования лент суммарных результатов - 69К, из которых 10К занимает блок динамической памяти.

Для проверки системы было обработано и тщательно проанализировано 1180 событий, измеренных на полуавтоматах. В среднем число событий, успешно восстановленных геометрической программой, составило 91%. В зависимости от качества фотоленок эта цифра колебалась от 87% до 97%. На этапе идентификации треков эффективность геометрической реконструкции составляет около 95%.

Проведенный анализ забракованных событий (III) показал, что около трети из них (43) составляют события с короткими треками, когда импульс частицы невозможно определить по кривизне с заданной точностью. В 20 случаях были неверно помечены треки, в 28 случаях наблюдались большие ошибки измерения, что не позволило программе опознать соответствующие треки, и в 20 случаях соответствующие кандидаты в треки были забракованы на стадии пространственной реконструкции или массового фита из-за неточных измерений.

Время обработки одного события по геометрической программе на указанной статистике - приблизительно 4 сек, или 550 событий в час.

С помощью программы HUGEOMB были вычислены значения параметров пучка для одной из экспозиций. На основе этих результатов был получен блок VEAM для корректировки пучка в программе HGEOKIN.

Заключение

Для анализа результатов обмера камерных фотографий для \bar{p} - эксперимента с камеры "Людмила" было создано базовое математическое обеспечение на основе системы модульного программирования "Гидра". Программный комплекс был тщательно проверен на большом массиве событий (ИИО соб.), измеренных на полуавтоматах типа ПУОС. Структура и организация взаимодействия отдельных элементов базового математического обеспечения являются очень гибкими. Это позволяет с использованием программных средств частично автоматизировать процесс самой обработки результатов измерений под управлением ЭВМ.

В заключение автор выражает искреннюю благодарность Н.н.Говору-ну, И.М.Граменицкому, В.Г.Иванову, Л.А.Тихоновой, Н.Б.Дашьян за постоянную помощь и интерес к работе; Т.А.Стриж, С.Г.Бадаляну, И.И.Шелонцеву - за полезные обсуждения и ценные замечания.

Литература

1. Богуславский И.В. и др. ОИЯИ, 13-4466, Дубна, 1969.
2. Hydra System Manual, 1-5-1979. CERN, Geneva, 1979.
3. Виноградов А.Ф. и др. ОИЯИ, 10-8783, Дубна, 1975.
4. Алмазов В.Я. и др. ОИЯИ, 10-4513, Дубна, 1969.
5. Буздавина Н.А., Иванов В.Г. ОИЯИ, 10-6956, Дубна, 1973.
6. Шигаев В.Н. В кн.: "Материалы II Всесоюзного семинара по обработке физической информации". АРУС, Ереван, 1978, с.191.
7. TC Programm Library, v.1,2,3. CERN, Geneva, 1968.
8. Hydra Application Library, 1-1-1974, CERN, Geneva, 1974.
9. Kellner G. CERN, CERN/EP/DHR 78-3, Geneva, 1978.
10. Klein H., Zoll J. PATCHY Reference Manual, CERN Programm Library, CERN, Geneva, 1977.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 октября 1981 года.