

ИНСТИТУТ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ФИЗИКИ
ГОС. КОМИТЕТА ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ АТОМНОЙ ЭНЕРГИИ СССР

В.И. Жиряков, П.Н. Вайнг, Н.С. Елизарова
И.А. Овчинников, Л.А. Сухова

А С П К

ПРОГРАММА ОБРАБОТКИ СЫРЬЯ С ИСТРОМЫ
КАМЕР В МАГНИТНОМ ПОЛЕ

А Н Н О Т А Ц И Я

Программа АСПИК предназначена для обработки стереоскопических снимков с искровых камер в магнитном поле. Программа обеспечивает восстановление пространственной картины события по измеренным координатам отдельных искр и реперных меток. Определяется вершина события, а также импульсы и углы вылета всех частиц.

Программа АСПИК предназначена для обработки стереоснимков с искровых камер в магнитном поле. Она создана на основе программы АСП /1/, написанной в ИТЭФ для обработки фотографий с жидководородных пузырьковых камер.

Общая структура программы АСПИК аналогична структуре программы АСП. Ниже будут приведены основные характеристики программы АСПИК, и подробно описаны только те части программы, которые существенно отличаются от АСП.

§ I. Общие сведения о программе АСПИК

1. Программа написана для трехдресных машин с системой команд машины М-20 (БЭСМ-4, М-220), имеющих алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ).

2. Программа работает с библиотекой стандартных программ Б-61 ИТЭФ.

3. Время обработки события с 4-х лучевой звездой около 40 сек.

4. Программа рассчитана на обработку стереофотографий, полученных двумя фотоаппаратами. Наибольшее число треков на каждом кадре, включая входной трек, не должно превышать шести. Наибольшее число точек на треке - 72, а наименьшее -

8. Для пространственной привязки на каждом кадре должны быть реперные точки ("кресты"). Наибольшее число крестов - 16, наименьшее - 2.

5. Результатом работы программы является восстановление пространственной картины события и определение углов и импульсов частиц в вершине. Полученная информация выводится на алфавитно-цифровое печатающее устройство (АЦПУ) и перфорируется на перфокартах.

§ 2. Система координат и привязка

1. Геометрическая привязка программы осуществлена для 1,5 метрового светосильного спектрометра ИТЭФ [2].

2. Спектрометр состоит из шести секций: Каждая секция представляет собой отдельную искровую камеру, включающую 12 искровых промежутков. Все секции и электроды в каждой секции развернуты относительно прямой, соединяющей объективы обоих фотоаппаратов, для того чтобы искровые промежутки просматривались на всю глубину. Объективы считаются точечными. Главные оптические оси фотоаппаратов параллельны.

3. Программа работает с системой координат, связанной с фотоаппаратами (оптическая система координат), как это принято в программе АСП. Начало системы координат помещается в точку пересечения главной оптической оси 2-го фотоаппарата с плоскостью пленки. Ось X лежит в плоскости пленки и направлена параллельно электродам искровой камеры от 2-го фотоаппарата к 1-му. Ось Y также лежит в плоскости пленки и направлена в сторону входного окна камеры. Ось Z направлена от плоскости пленки в искровую камеру.

§ 3. О контроле разброса точек

1. В силу особенности данной искровой камеры, имеющей малое количество вещества на пути частиц, торможение частиц практически можно не учитывать. Это обстоятельство позволило существенно упростить и сократить блок проведения траектории в магнитном поле. За счет освободившегося места в памяти машинным стало возможным обрабатывать треки с большим числом точек (до 72).

2. При большом числе точек на треке процедура выбра-

связаны "плохие" точки, приняты в АСП, занимает слишком много машинного времени.

Другой, более экономный по времени работы программы контроль разброса точек, можно осуществить следующим образом.

На каждом кадре проводится окружность наименее удаленная от измеренных точек. Если трек содержит много точек (больше эталона N); то подсчитывается, какой процент точек (η) от всех измеренных составляет точки, отклонения которых от окружности превышают эталон Δ . Если величина η больше соответствующего эталона, то случай бракуется, если меньше, то выбрасываются все точки, отклонения которых от окружности превышают Δ . Затем проводится окружность по оставшимся точкам.

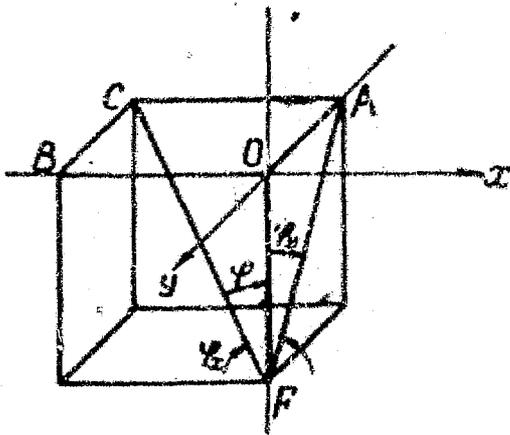
В случае малого числа точек процедура контроля разброса точек аналогична процедуре, принятой в программе АСП.

§ 4. Восстановление точек в камере

1. В отличие от программы АСП в программе АСПИК, благодаря конструктивным особенностям камеры, восстановление носит не "пространственный", а плоский характер.

Сначала для каждой точки трека на I-ой проекции проводится луч из объектива по следующему алгоритму.

2. Вычисляется угол φ между лучом и оптической осью и его проекции φ_x и φ_y (см. рис. I)



$$\psi = \angle CFO, \psi_x = \angle CFA,$$

$$\psi_y = \angle OFA.$$

OF - расстояние от плёнки до объектива

(OB, OA) - координаты точки C в системе координат, связанной с заданным фотоаппаратом

Рис. № I

$$\operatorname{tg} \psi = \frac{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}}{h}, \text{ где } h = OF, \Delta x = OB, \Delta y = OA$$

$$\psi_y = \arctg \frac{\Delta y}{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}} \cdot \operatorname{tg} \psi$$

$$\psi_x = \arcsin \frac{\Delta x}{\sqrt{\Delta x^2 + \Delta y^2}} \cdot \sin \psi$$

3. По углу ψ_y определяется номер промежутка $\Pi_{пр}$, которому соответствует данная точка на кадре.

$$\Pi_{пр} = \frac{\alpha_i + \psi_y}{\delta} + (N_i - 1) 12$$

где α_i - угловая координата начала i -ой секции

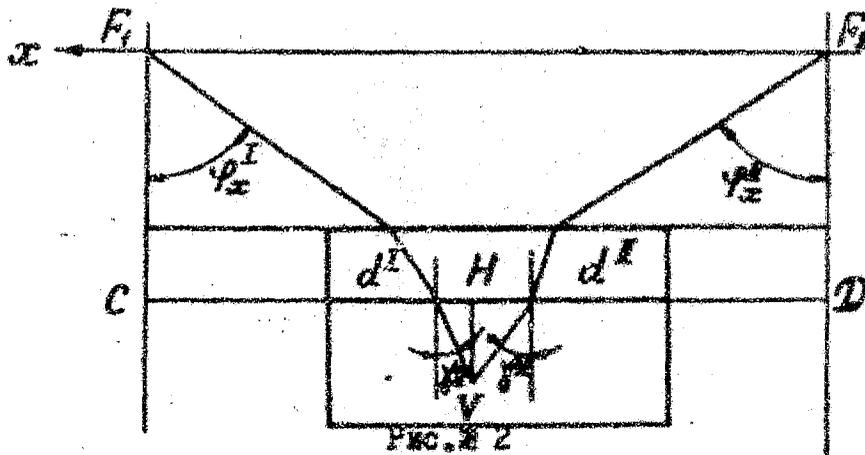
N_i - номер секции ($N_i = 1, 2, \dots, 6$)

δ - угол между плоскостями, проведёнными через объективы фотоаппаратов и середины соседних промежутков.

4. Запоминаются значения $\Pi_{пр}^I$ и соответствующие им углы ψ_x^I для точек трека I-ой проекции. Для каждой точки трека на второй проекции вычисляется $\Pi_{пр}^I$ по ψ_x^I по указанному выше алгоритму и по значению $\Pi_{пр}^I$ разыскивается соответствующее значение ψ_x^I .

На плоскости, проходящей через середину промежутка

и объективы фотоаппаратов по известным φ_x^I и φ_x^II следующим образом вычисляются координаты точки пересечения лучей (VH и CH на рис.2).



5. Вычисляется расстояние между оптической осью и точкой пересечения луча и нижней плоскости стекла d^I и угол входа γ^I (рис.2) по формулам

$$d^I = \frac{h_{объект} \cdot \sin \varphi_x^I}{\sqrt{1 - \sin^2 \varphi_x^I}} + \frac{h_{стекл} \frac{n_{возд} \cdot \sin \varphi_x^I}{n_{стекл}}}{\sqrt{1 - \left(\frac{n_{возд} \cdot \sin \varphi_x^I}{n_{стекл}}\right)^2}}$$

$$\sin \gamma^I = \frac{n_{стекл}}{n_{возд}} \sin \left\{ \arcsin \left[\frac{n_{возд}}{n_{стекл}} \sin (\varphi_x - \beta^i(x)) \right] + \beta^i(x) \right\}$$

где $h_{объект}$ - расстояние от объекта до стекла

$h_{стекл}$ - толщина стекла

$n_{возд}$, $n_{стекл}$ - коэффициенты преломления воздуха и стекла,

$\beta^i(x)$ - угол клина стекла, зависящий от координаты x и номера секции.

Аналогичные формулы справедливы для d^{II} и γ^{II} .

6. Вычисляются DH и VH (рис.2) по формулам

$$DH = (T + d^I - d^H) \frac{\cos \gamma^I \sin \gamma^H}{\sin(\gamma^H - \gamma^I)} + d^H$$

$$VH = (T + d^I - d^H) \frac{\cos \gamma^I \cos \gamma^H}{\sin(\gamma^H - \gamma^I)}$$

где $T = F_1 F_2$ - расстояние между оптическими осями.

7. Формулы для нахождения координат точки в камере имеют вид

$$x = DH + (-1)^{n_{np}} \delta_x^i$$

$$y = (h_{opt.} + h_{возр.} + VH) \sin[a_i + (\bar{n}_{np} + \frac{1}{2}) \delta] + (-1)^{n_{np}} \delta_y^i$$

$$z = (h_{opt.} + h_{возр.} + VH) \cos[a_i + (\bar{n}_{np} + \frac{1}{2}) \delta] + z_f$$

где δ_x^i, δ_y^i - поправки на смещение векра относительно траектории частицы в скрещенных магнитном и электрическом полях ($E \times B$ эффект.). Подробно метод внесения этих поправок изложен в / 2 /.

a_i - угловые координаты начала i -ой секции

\bar{n}_{np} - номер промежутка в отношении к началу секции,

z_f - расстояние от оси $F_1 F_2$ до плоскости XOY оптической системы координат.

8. Программа позволяет находить соответствующие точки на второй проекции и в том случае, когда к треку относятся несколько точек одного промежутка. (Например, для треков малого радиуса).

§ 5. Обмер фотографии и составление холонн перфокарт для обчета

1. Обмер фотографий производится на просмотрно-цифровальных столах (ПДС).

2. Вначале набивается на отдельную карту следующая информация о случае в двоично-десятичной форме:

1-ая строка: с 43 по 45 разряды - номер ПИС
с 37 по 41 разрядах - номер оператора
с 21 по 26 разряды - номер плёнки
с 1 по 16 разряды - номер кадра.

2-ая строка: ток первого измерительного пункта магнита, в котором установлена искровая камера (указывает падение напряжения на вилке в вольты в дюймово-десятичном виде, с плавающей запятой).

3-ая строка: то же для второго пункта.

4-ая строка: дата обмера,
с 25 по 32 разряды - число
с 13 по 20 разряды - месяц
с 1 по 8 разряды - год

5-ая-8-ая строки: резервные.

3. Следующей в колоде должна быть адресная перфокарта с адресом 4001.

4. Затем обмеряются и набиваются кресты. Порядок набивки крестов устанавливается заранее. После набивки крестов набивается признак конца крестов.

5. Следующими набиваются координаты искр. Первым обмеряется входной трек, искры набиваются все подряд по одной точке на каждой искре. Направление обмера для входного трека и вершине события, для остальных треков от вершины. Нумерация треков устанавливается заранее в соответствии с видом обмеряемых событий. Координаты последней точки каждого трека набиваются вместе с признаком конца трека.

6. Координаты последней точки последнего трека данного кадра набиваются вместе с признаком конца кадра.

7. После этого аналогичным образом обмеряется 2-ой кадр.

8. Случай кончается картой "конец случая".

9. Признаки, набиваемые в девяти старших разрядах:

100 - признак конца крестов (в остальных разрядах нули)

100 - признак конца трека

200 - признак конца кадра

300 - крест пропущен

400 - эту строчку и предыдущую не учитывать.

§ 6. Результаты работы программы

I. В результате работы программы регулярно печатается на АШПУ:

В первой строке кодовый номер оператора, номер плёнки, номер кадра, дата обмера;

во второй строке - координаты вершины;

в третьей строке - номер трека наиболее удаленного от вершины в плоскости XU и величина этого удаления, номер трека наиболее удаленного от вершины по Z и величина этого удаления.

В следующих строках печатаются сведения о треке: импульс P , ошибка импульса DP , угол α - между положительным направлением оси X и направлением проекции трека на плоскости XU в вершине, угол β между плоскостью XU и направлением трека в вершине.

Число таких строчек равно числу треков.

В последней строчке печатается тип ЭВМ, на которой производится подсчет и дата подсчета.

2. На перфокартах пробивается следующая информация.

Первые 3 строки перфокарты - сведения о случае в целом.

В следующих строках содержатся сведения о треках, по 4 строки на каждый трек.

Последняя строка содержит признак конца случая

177 7777 7777 7777

3. Сведения о случае в целом.

Первая строка - тип случая. Разряды с 1 по 36 разделимы на тетрады. Первая тетрада (разряды с 33 по 36) относится к входному треку. Вторая (разряды с 29 по 32), относится к первому выходящему треку и т.д. Тетрада содержит информацию о знаке заряда частицы. Для частицы с положительным зарядом соответствующая тетрада равна 0010, для частицы с отрицательным зарядом тетрада равна 0001.

Вторая строка - номер случая. В разрядах с 43 по 45 содержится номер ПЦС. В разрядах с 37 по 42 - личный номер оператора ПЦС в двоичнодесятичном виде. В разрядах с 21 по 36 номер плёнки, а в разрядах с 1 по 16 номер кадра в двоично-десятичном виде.

Третья строка - содержит координаты вершины события. Координата Y записана в двоичном виде с плавающей запятой в разрядах с 28 по 44, причём мантисса записана в 28-36 разрядах, а знак числа и порядок в 37-44 разрядах. Координата X в двоичном фиксированном виде записана в 13-24 разрядах с округлением до целого числа. В 1-12 разрядах в фиксированном виде с округлением до целого числа записывается координата Z , уменьшенная на 4000 км, т.к. Z всегда больше 4000 км.

4. Сведения о каждом треке.

В первой строке записаны импульс частицы и ошибка импульса, во второй строке - угол α между проекцией трека на плоскость XU и ось X и ошибка этого угла, в третьей строке угол β между треком и плоскостью XU и ошибка этого угла, в четвертой строке угол θ между данным треком и входным.

Все параметры даются в двоичном виде с плавающей запятой. В 37-44 разрядах - знак и порядок параметра, в 23-36 разрядах его мантисса. В 15-22 разрядах порядок ошибок параметра, в 2-14 разрядах ее мантисса.

Ошибка угла θ не перфорируется и угол θ занимает всю строку.

Углы даются в радианах.

5. Если при обсчете случая встретились неполадки, приводящие к браковке случая, на АЦПУ печатается соответствующая информация, перфорации при этом нет. Дальше следуют образцы таких печатей и отмечены причины, приводящие к соответствующим неполадкам.

- НЕТ КОНЦА СЛ.** - в конце случая не лежит карта "конец случая"
- МАЛО КАДРОВ** - не набит признак "конец кадра" или он набит не там, где нужно.
- МАЛО (ММ)** - число крестов не соответствует заданному
- МАЛО (ММ) ТР** - число треков не соответствует заданному
- МАЛО ТОЧЕК** - на треке отбито меньше 3 точек
- МАЛО ТОЧЕК 2** - после выбрасывания на треке осталось меньше 3 точек.
- МНОГО ТОЧЕК** - на треке отбито больше 72 точек.
- МАЛО КРЕСТОВ** - после выбрасывания осталось менее двух крестов.
- НЕТ ТОКА** - не набит или неправильно набит ток магнита.
- ПЛОХИЕ КРЕСТЫ** - плохо обмерены два или больше крестов
- НЕПРАВИЛЬНЫЙ МАСШТАБ** - коэффициент усадки пленки больше эталона.
- НЕМОНОТОННЫЙ** - один из треков набит с нарушением монотонности.
- НЕ ПРОВ. ОКР.** - не сходится итерационный процесс при приведении окружности.
- РАЗН. КРИВИЗН.** - на разных проекциях один и тот же трек имеет разные знаки кривизны.
- НЕПР. ЗАРЯДЫ** - заряды частиц отличны от указанных в задании.
- НЕТ УКРЕПКИ** - отклонение какого-либо трека от вершины события больше эталона.

X X
X

В заключение авторы благодарят Ф.М.Синкер за консультации и полезные обсуждения. Работа сделана 20.I-72г.

Литературная литература

1. Ф.М.Синкер. ДАН, 177, № 5 (1967).
2. А.В.Арефьев и др. Препринт ИТЭВ № 897, 1970.

ЦЕНА 4 КОП.

Г-13608.

ИТОН-Земля 3076 4-16 Тираж 500

Одобрено на ЛЕНУН
Инженером Н.С.