

Граменицкий И.М. и др.

Б1-1-12325

СЗУ.17+СЗУ.19

Г-761

+



2301/79

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б1-1-12325

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1979

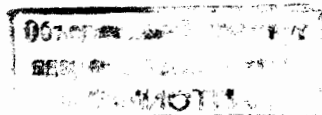
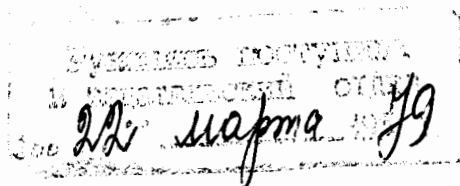
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория высоких энергий

Б1-1-12325

УЧЕТ НЕЛИНЕЙНЫХ ИСКАЖЕНИЙ НА ПЛЕНКЕ С УСТАНОВКИ "ЛЮДМИЛА".
МОДИФИКАЦИЯ ПРОГРАММЫ THRESH.

И.М.Граменицкий, Н.Б.Дашьян, Р.Ледницки, В.И.Молостцова,
Л.А.Тихонова, Т.П.Топурия.



г.Дубна, 1978 год.

А Н Н О Т А Ц И Я

Изучаются нелинейные искажения на пленке с установки "Людмила". Ложная кривизна, связанная с этими искажениями, существенно зависит от номера пленки и сравнима с эффектом многократного рассеяния для антипротонов с импульсом 22.4 ГэВ/с ($R \approx 5$ км).

Описана модификация программы *THRESH*, учитывающая такие искажения.

В программе *THRESH* геометрического восстановления событий делается переход от координат X_M , Y_M , измеренных на пленке точек в реперную систему, жестко связанную с детектором частиц, с помощью 6-параметрического линейного преобразования

$$\begin{aligned} XT &= a_1 + a_3 X_M + a_5 Y_M \\ YT &= a_2 + a_4 X_M + a_6 Y_M \end{aligned} \quad (I)$$

Это преобразование учитывает сдвиг, поворот, линейное изменение масштабов и возможную неперпендикулярность координатных осей.

Заметим, что в случае простого поворота с общим изменением масштаба имеем $a_3 = a_6 = \lambda \cos \varphi$, $a_5 = -a_4 = \lambda \sin \varphi$.

При изучении взаимодействий частиц высоких энергий может возникнуть необходимость учета нелинейных искажений в процессе измерения /I - 3/. Особенно это касается искажений вдоль направления движения энергичных частиц, т.е., как правило вдоль оси X (для энергичных частиц обычно угол $\varphi \approx 0$). Такие искажения могут вносить существенный вклад в кривизну соответствующих треков. С другой стороны, использование автоматических приборов позволяет увеличить число измеряемых реперных меток, чтобы иметь достаточное количество степеней свободы для определения лишних параметров (для определения 6 параметров в преобразовании (I) нужно измерять, как минимум, 3 реперных метки). В работе /I/ была использована простейшая возможность устранения линейных искажений вдоль оси X, а именно, к YT из (I) был добавлен квадратичный по X_M член, т.е., $YT \rightarrow YT + a_7 X_M^2$. При использовании 5 реперных меток (3 степени свободы) эта процедура привела к существенному сдвигу первичного импульса в сторону известного значения (19 ГэВ/с) /I/.

Мы применили аналогичную процедуру при обработке измерений на автомате НРД $\bar{p}p$ -взаимодействий при 22.4 ГэВ/с; измерялось 10 реперных меток (13 степеней свободы). Анализ проводился на пленках № 302, 333, 286, 304 (заливка 205).

I. В Таблице I приведены средние значения параметра a_7 , дисперсия a_7 и радиус кривизны для трех проекций, используемых при пространственной реконструкции *).

Таблица I. Параметры нелинейных искажений на пленке

№ пленки (число кадров)	Проекция	\bar{a}_7 (10^6 см) ⁻¹	Δa_7 (10^6 см) ⁻²	$R = -1/2a_7$ (км)
302 (53)	I	-2.1 ± 0.3	4.2	2.4
	II	-2.2 ± 0.2	2.4	2.3
	III	-1.4 ± 0.2	2.2	3.6
286 (43)	I	0.7 ± 0.2	2.6	-7.1
	II	-2.3 ± 0.2	2.2	2.2
	III	-0.5 ± 0.2	1.8	10.0
304 (93)	I	-1.5 ± 0.2	3.6	3.3
	II	-0.9 ± 0.2	4.4	5.5
	III	-1.5 ± 0.2	2.9	3.3
333 (82)	I	0.0 ± 0.2	2.6	∞
	II	-0.1 ± 0.2	2.5	50.0
	III	-0.6 ± 0.2	1.4	8.3

*)

Все эти величины вычисляются в рабочей плоскости, которая в программе THRESH примерно совпадает с нижней плоскостью камерного стекла.

Отметим существенную зависимость \bar{a}_7 от номера пленки и от номера проекции. Отсюда можно сделать вывод, что обнаруженное нами нелинейное искажение не связано с оптическими константами установки "Людмила".

2. На основании данных Таблицы I следует ожидать заметного систематического сдвига импульсов быстрых частиц после учета искажений. Например, если принять, что соответствующая ложная кривизна на пленке № 302 составляет $R \approx + 3$ км, то первичный импульс ($p = 23$ ГэВ/с, $R = + 30$ м) увеличится на 1%, т.е. $\overline{p_7 - p_6} = 230$ МэВ/с. Результаты, приведенные в Табл. 2, подтверждают этот вывод, а именно, $\overline{p_7 - p_6} = 0.268 \pm 0.061$ ГэВ/с. Отметим далее

Таблица 2. Средние характеристики пучковых треков на пленке № 302 ($L_{TP} > 50$ см, $\sigma_p < 0.5$ ГэВ/с).

Условие ($N_{TP}=30$)	\bar{p} ГэВ/с	\mathcal{D}_p (ГэВ/с) ²	$\bar{p} - p_0$ ГэВ/с
$a_7 = 0$	22.064 ± 0.136	0.539	-0.536 ± 0.136
$a_7 \neq 0$	22.332 ± 0.127	0.472	-0.268 ± 0.127

уменьшение дисперсии \mathcal{D}_p после учета искажений. Кроме того, \bar{p}_7 приблизилось к значению $p_0 = 22.6$ ГэВ/с, измеренному посредством счетчиковых приборов на канале сепарированных частиц. Оставшуюся разницу -0.268 ± 0.127 ГэВ/с можно объяснить влиянием неоднородного движения жидкости в камере (для заливки 205 соответствующая ложная кривизна $R = 2 + 3$ км в первой половине камеры).

3. Исследовалось также влияние нелинейных искажений на качество реконструкции пучковых треков. Анализ, проделанный на 126 пучковых треках пленок №№ 286, 302 показал, что среднеквадратичный разброс измеренных точек относительно проекций траектории частицы на плоскости стереоснимков ($RESIDUAL$), после учета иска-

жений, уменьшился на 7%, см.рис. I.

Таким образом, обработка измерений пленки с камеры "Людмила" на автомате НРД выявила наличие заметных нелинейных искажений. Эти искажения не связаны ни с координатным устройством НРД^{/3/}, ни с оптическими константами установки "Людмила". Возможным их источником может быть неоднородное натяжение пленки в лентопротяжных механизмах установки "Людмила" или автомата НРД.

Что касается ^{величины} нелинейной деформации, она сравнима с эффектом многократного рассеяния ($R_{м.р.} \approx 5$ км для пучковых треков длиной 1 м, $p = 23$ ГэВ/с) и немного меньше эффекта неоднородности движения жидкости в камере ($R \approx 1 - 3$ км).

Приложение

Проведенный анализ показал целесообразность введения в программу THRESH 7-параметрического нелинейного преобразования; уже все параметры заливок 205 и 206, а также вся заливка 207 об-считывались с учетом квадратичной поправки $a_7 X^2$.

Ниже описаны соответствующие изменения в программе "THRESH", т.е. в ее подпрограммах OPTAX и TRAF1. Подпрограмма OPTAX осуществляет преобразование $XM, YM \rightarrow XT, YT$ с заданными параметрами $a_i = TRCOE(i)$, $a_7 = TRCOE7$ и подпрограмма TRAF1 определяет эти параметры, используя заданные и измеренные координаты реперных меток. Учет квадратичного искажения осуществляется добавлением карты

$$C + TRCOE7 * AVK1 (ICD + IX) ** 2$$

везде после вычисления YT - координаты. Перенос параметров TRCOE7

и IX из TRAF1 в OPTAX осуществляется с помощью оператора

$$EQUIVALENCE(KEEP(68), TRCOE7), (KEEP(69), IX)$$

IX = 1 для НРД, IX = 2 для измерительного микроскопа ПУОС ($x \leftrightarrow y$).

Кроме того, в TRAF1 определен массив TR7(4) для хранения

значений параметров a_7/λ^2 :

```
DIMENSION TR7(4)
```

Этот массив чистится в начале цикла DO I5 N = 1, NC : TR7(N)=0

и его содержимое печатается после окончания этого цикла:

```
PRINT 995, (TR7(N7), N7=1, 4)
```

```
995 FORMAT (/10x, 4HTR7=, 4E10.2, 5x, 6H(1/CM))
```

Перед началом цикла DO 6 J=1, NF добавлены операторы

```
IF(L.GT.3) GOTO 64
```

```
TRCOE7=.0
```

первый из которых переводит счет к следующим операциям (в случае, когда число реперных меток $L \geq 4$), расположенным перед оператором с меткой I2:

```
64 DO 62 J5=1, 2
```

```
LL=0 $ J3=3 $ IF (J5.EQ.2) J3=4
```

```
DO 61 J=1, NF
```

```
IFD=LFD+ILFD*(J-1)
```

```
KFD=IFD+N
```

```
IF (IBK1(KFD+2).LE.0) GOTO 61
```

```
M=IBK1(KFD+2)
```

```
I1=NOX+J3*LL
```

```
I2=N1X+LL
```

```
F(I1)=1.
```

```
ICD=LXY+ILC*(M-1)
```

```
F(I1+1)=ABK1(ICD+1)
```

```
F(I1+2)=ABK1(ICD+2) $ IF (J5.EQ.2) F(I1+3)=ABK1(ICD+IX)**2*.0001
```

```
LL=LL+1
```

```
F(I2)=XAFM(LL) $ IF (J5.EQ.2) F(I2)=YAFM(LL)
```

```
61 CONTINUE
```

```
CALL MCNEW(1, J3, L, NOX)
```

```
DO 63 J4=1, 3 $ L4=J5+2*(J4-1)
```

```
63 TRCOE(L4)=F(N3X+J4-1)
```

```
IF (J5.EQ.2) TRCOE7=F(N3X+3)*.0001
```

```
62 CONTINUE
```


Именно эта группа операций находит значения параметров a_i из условия ^{ин} максимума функционала $\chi_x^2 = \sum_{i=1}^L [XR_i - XT_i(a_1 a_3 a_5)]^2$, ($J5 = 1$) или функционала $\chi_y^2 = \sum_{i=1}^L [YR_i - YT_i(a_2 a_4 a_6 a_7)]^2$, ($J5 = 2$). Соответствующие системы уравнений решаются с помощью подпрограммы MCNEW (I, J3, L, NOX), где J3 - число определяемых параметров ($J3 = 3$ или 4), NOX - адрес в рабочем массиве F, с которого расположены производные по параметрам $\partial XT_i / \partial a_1 = 1$, $\partial XT_i / \partial a_3 = XM_i$, $\partial XT_i / \partial a_5 = YM_i$ или $\partial YT_i / \partial a_2 = 1$, $\partial YT_i / \partial a_4 = XM_i$, $\partial YT_i / \partial a_6 = YM_i$, $\partial YT_i / \partial a_7 = XM_i^2$, $i = 1, L$. При этом, заданные координаты реперных меток XR_i (или YR_i) располагаются, начиная с адреса N1X и результат, т.е. параметры a_i , заносятся в массив F, начиная с адреса N3X.

Заметим, что умножение XM_i^2 на коэффициент 0.0001 устраняет ошибку "переполнение AY", связанную с появлением больших чисел $\sim \sum_i XM_i^4$ при вычислении параметра a_7 (уже сами XM_i представляют собой большие числа). Заметим далее, что на печать выводится значение параметра a_7 / λ^2 (см^{-1}), где $\lambda^2 = a_3^2 + a_4^2$.

Л. Зубин
Морозов
Тихонова
Труфанов
Ильин
Красов.

ЛИТЕРАТУРА

1. V.Karimaki and P.Nummi, Scandinavian Collaboration Internal Report, Helsinki, April 23, 1971.
2. G.Ekspong, L.Voyvodic and J.Zoll, A Study of Systematic and Random Errors of the CERN 2m NBC, CERN 73-14/1973/.
3. Н.Д.Дикусар, В.П.Мороз. Материалы второго Всесоюзного семинара по обработке физической информации, стр. 244, Ереван, 1978.
Сообщение ОИЯИ, Р10-10798, Дубна, 1977.

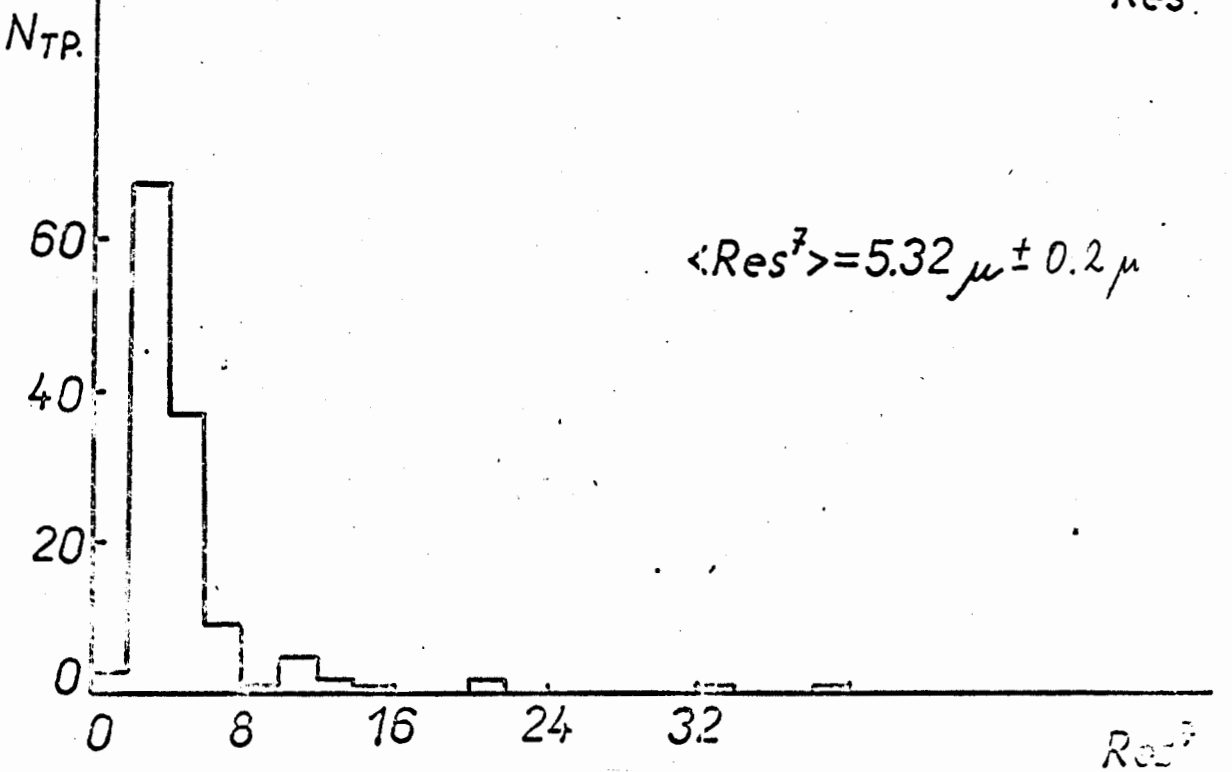
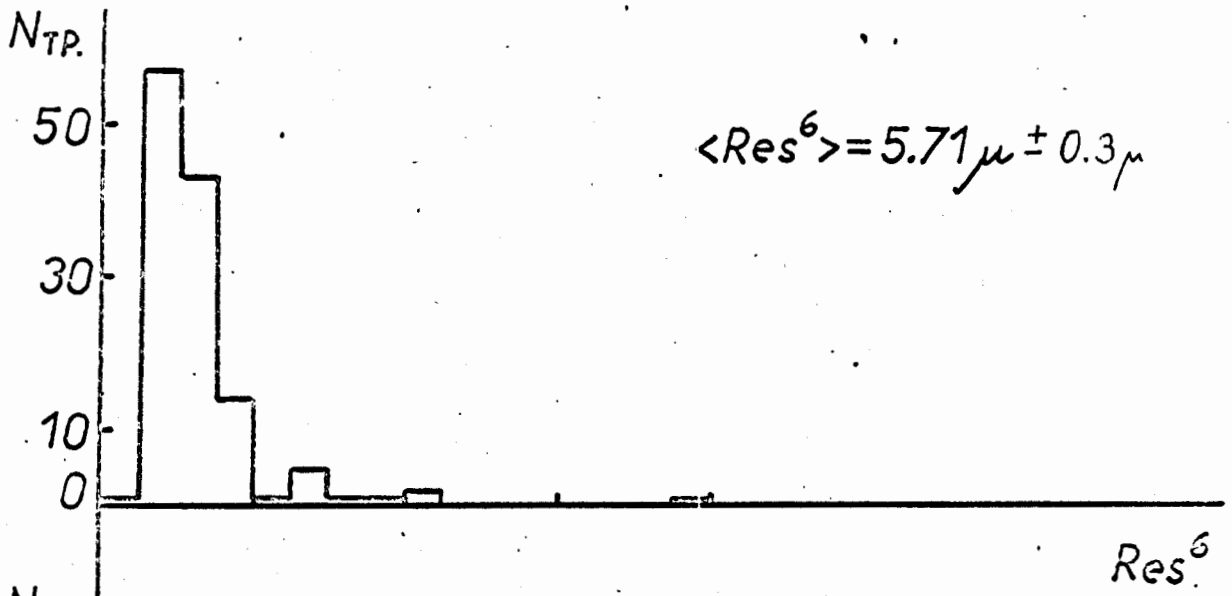
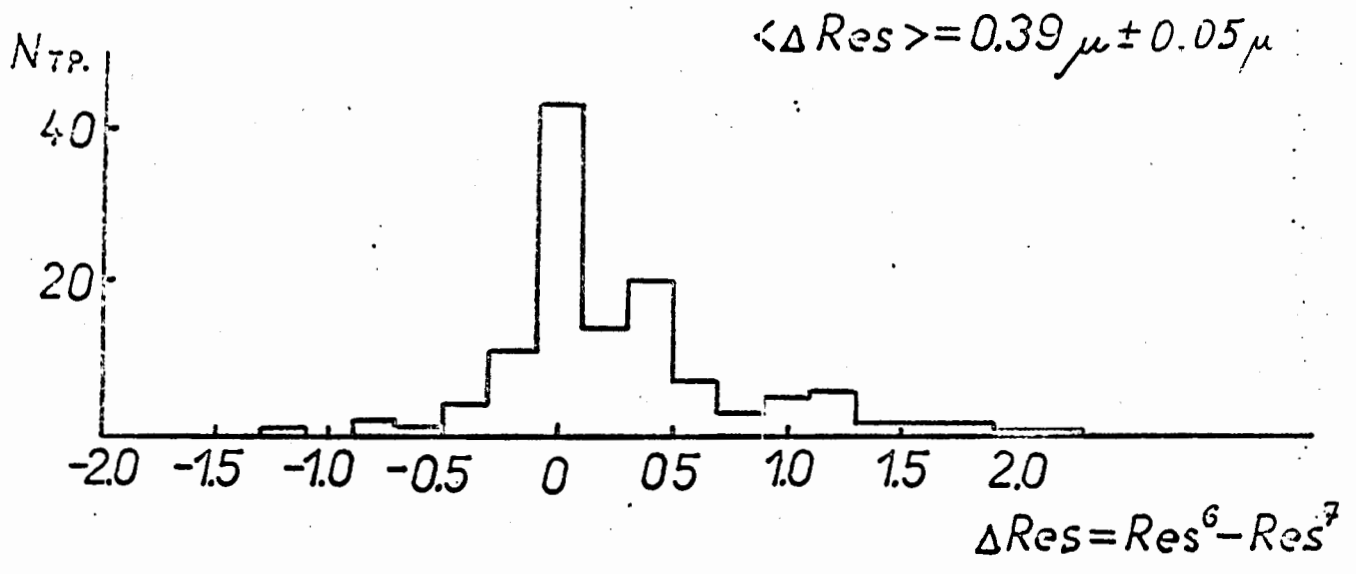


Рис. I. Распределение меры качества реконструкции треков (RESIDUAL).