

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P1-2000-321

Р.Я.Зулькарнеев, Ю.И.Иваньшин, Н.Г.Минаев*,
Т.М.Соловьева

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТОЧНОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ
ПАРАМЕТРОВ СТРУЙ
НА ПОГРЕШНОСТЬ ИЗМЕРЕНИЯ **HANDEDNESS**
В *pp*-СОУДАРЕНИЯХ ПРИ ЭНЕРГИИ 200 ГэВ

*ГНЦ РФ ИФВЭ, г. Протвино

1. Введение

Новая величина, handedness, введенная в [1] для описания конечного состояния продуктов фрагментации партонов (или распада частиц) и обнаруженная в опытах по дифракционному рождению пионов [2], может несколько расширить возможности экспериментаторов при изучении таких фундаментальных вопросов, как природа спина и механизмы его переноса при взаимодействиях частиц. Однако перспективы, открывающиеся с измерениями handedness, могут остаться нереализованными, если детекторы и (или) математический аппарат, используемые в процессе получения и обработки экспериментальных данных, не адекватны решаемой задаче.

В настоящей работе приведены результаты расчетов, выполненных для оценки того, в какой мере несовершенство некоторых из наиболее распространенных алгоритмов, применяемых для распознавания и восстановления струйных событий, может исказить результат измерения handedness в случае струи рожденной в pp - соударении при энергии

$$\sqrt{s} = 200 \text{ ГэВ.}$$

2. Схема проведения расчетов

В соответствии с определением handedness [1] важнейшим кинематическим фактором, определяющим точность измерения этой величины у струй, является точность, с которой известно значение суммы векторов импульсов всех частиц в струе - вектора импульса струи.

Несомненно, что кроме импульсного разрешения собственно детектирующих систем физической установки (хорошо известного в обычных случаях), при регистрации струй следует ожидать возникновения

дополнительного вклада в полную погрешность определения вектора импульса струи, связанного с особенностями работы самих алгоритмов идентификации струй. Последние носят приближенный характер. Так, например, известно, что согласно [3] работа алгоритмов LUCCELL и LUCLUS организована с учетом модельных представлений о механизме образования струй. Вопрос о том, в какой мере отмеченное обстоятельство может влиять на результаты восстановления кинематических характеристик струи, в литературе не освещен достаточно подробно и, по нашему мнению, нуждается в дальнейшем изучении.

Наши оценки точности работы алгоритмов выполнялись по следующей схеме. С помощью стандартных пакетов программ HIJING [4] и LU1ENT [3] разыгрывались события множественного рождения частиц с одной и двумя струями с точно известными кинематическими параметрами частиц в событии. Массив данных о параметрах всех частиц в исходных событиях далее анализировался с помощью стандартных распознающих программ LUCLUS и LUCCELL черновского пакета программ JETSET 7.3 [3].

Алгоритмы, используемые в этих программах, позволяют идентифицировать струю а также восстановить ее основные параметры, в частности, вектор ее импульса. В заключительной стадии расчета сравнивались импульсы исходных и восстановленных струй.

Для проведения таких сравнений было разыграно по 1000 событий со струями, рожденными, соответственно, в pp-соударении с поперечными импульсами $P_t = 5, 10, 20, 30$ и 50 ГэВ/с.

3. Результаты расчета и их обсуждение

Расчеты, выполненные по описанной схеме, позволили изучить основные характеристики распознающих алгоритмов LUCLUS и LUCCELL. Как известно, их работа в некоторой степени определяется выбором так называемых настроечных параметров d и R . В литературе отсутствуют

точные критерии выбора для этих параметров. Поэтому первым шагом нашей работы было исследование областей стабильности восстановления струй относительно этих переменных, а именно:

- зависимости импульса восстановленной струи P от параметров настройки d и R ;
- зависимости числа частиц n , образующих восстановленную струю, от тех же параметров;
- зависимости числа найденных струйных событий N от значений настроечных параметров и поперечного импульса P_t распознаваемой струи.

Лишь после нахождения оптимальной области для параметров d и R , в пределах которой кинематические параметры струй восстанавливались достаточно устойчивым образом, было систематически исследовано различие в величинах векторов исходного и восстановленного импульсов струи $\Delta P / P$. Это различие и принималось нами за собственную погрешность восстановления импульса струи данным алгоритмом.

Результаты представлены на рис. 1 – 4.

В частности, расчет показал, что полный импульс восстановленных струй практически, т.е. в пределах нескольких %, не зависел от величин настроечных параметров в довольно широком диапазоне:

$$d = (1,5 - 4,0) \text{ ГэВ} \text{ и } R = 0,6 - 1,0.$$

Вместе с тем, оказалось, что начиная со значений $d > 2,5$ и $R > 0,85$ количество частиц в распознанной струе увеличивалось и даже заметно превосходило их число в исходной струе.

Оба эти результата можно рассматривать как свидетельство того, что прирост частиц в указанных диапазонах происходит лишь в мягкой части импульсного спектра частиц в струе, но не в жесткой. Это обстоятельство

позволяет ожидать, что даже заметная доля примеси ложных частиц в идентифицированной струе не сильно исказит ее полный импульс.

Интересно отметить, однако, что обе исследованные зависимости $\Delta P/P$ и погрешность восстановления числа частиц в струе $\Delta n/n$ имели минимум при значениях настроечных параметров $d \approx 2,0$ ГэВ и $R \approx 0,8$. Эти значения, при которых восстанавливаемые значения параметров были предельно близкими к искомому, были приняты за оптимальные и использовались в наших дальнейших расчетах относительной погрешности импульса струй, которое проводилось для пяти значений $P_t = 5, 10, 20, 30$ и 50 ГэВ.

В частности, расчет показал, что полный импульс восстановленных струй практически, т.е. в пределах нескольких %, не зависел от величин настроечных параметров в довольно широком диапазоне:

$$d = (1,5 - 4,0) \text{ ГэВ и } R = 0,6 - 1,0.$$

Типичный результат этих расчетов, полученный для двух крайних значений поперечного импульса - 5 и 50 ГэВ/с - приведен на рис. 1 и 2.

Зависимость ширин импульсных, $\Delta P/P$, и угловых, $\Delta \theta / \theta$, распределений от поперечного импульса струи иллюстрируется рис. 3 и 4.

Из этих рисунков ясно видно, что оба исследованных алгоритма восстанавливают импульс струи с относительной погрешностью - около 1-6 %. При этом точность восстановления импульса P существенно улучшается с ростом поперечного импульса восстанавливаемой струи, а использование алгоритма LUCCLUS оказалось более предпочтительным, так как систематически приводило к более точному восстановлению модуля импульса струи и направления ее испускания относительно оси соударения пучков.

Полученные данные позволяют оценить тот предел погрешности, ниже которого невозможны более точные измерения handedness для струй, восстанавливаемых с помощью алгоритмов LUCCLUS или LUCCELL.

Оценки величины этого предела при $P_t = 50$ ГэВ/с дают значения:

$\Delta \text{hand} = (3,6 \pm 0,4) \%$ и $\Delta \text{hand} = (5,4 \pm 0,4) \%$ для алгоритмов LUCCLUS и LUCCELL, соответственно.

Работа поддержана РФФИ, грант No 98 - 02 - 16508.

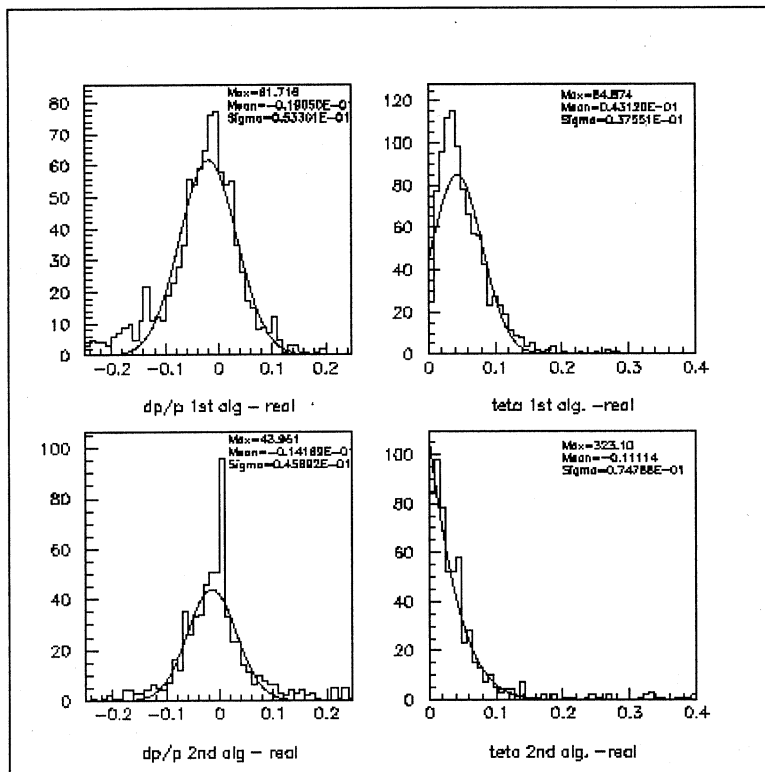


Рис. 1. Распределение относительных погрешностей восстановления модуля вектора импульса струи (левые графики) и угла его наклона к оси соударения пучков (графики справа на рисунке) для струй с поперечным импульсом 5 ГэВ/с. По осям ординат отложено число событий. Верхние графики представляют результаты, полученные с применением алгоритма LUCCELL, нижние - с LUCCLUS

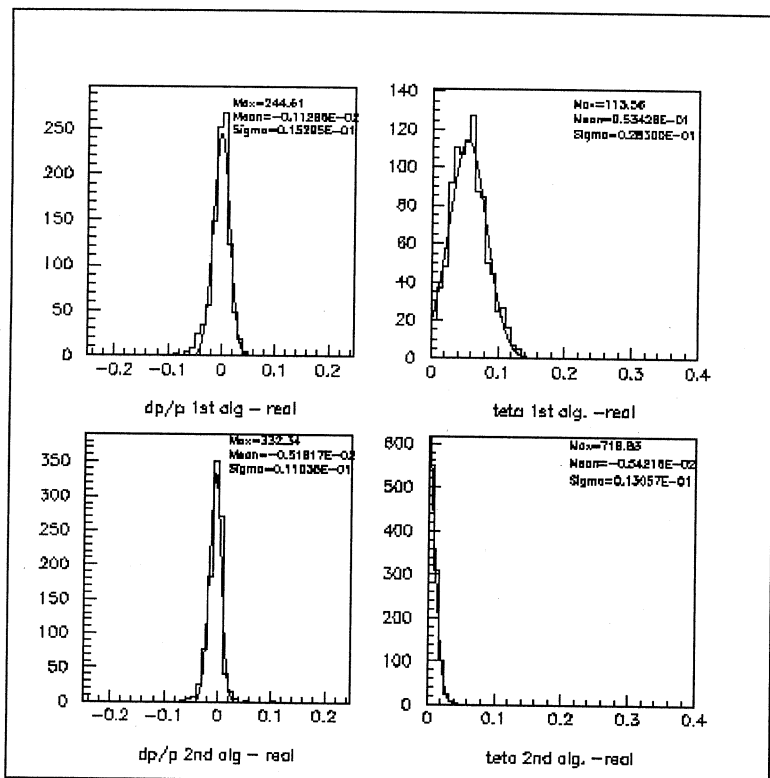


Рис.2. То же, что на рис. 1, для струй с поперечным импульсом 50 ГэВ/c

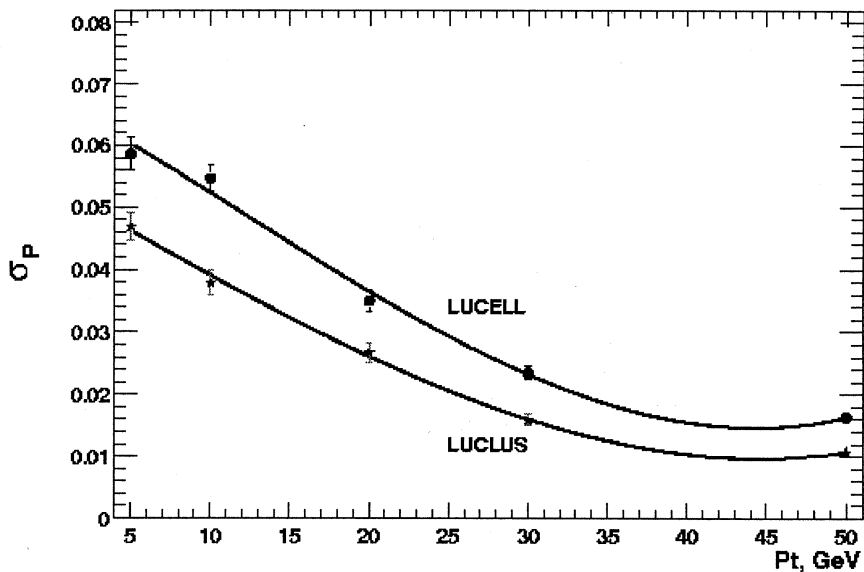


Рис. 3. Зависимость ошибки восстановления импульса струи σ_P от её поперечного импульса

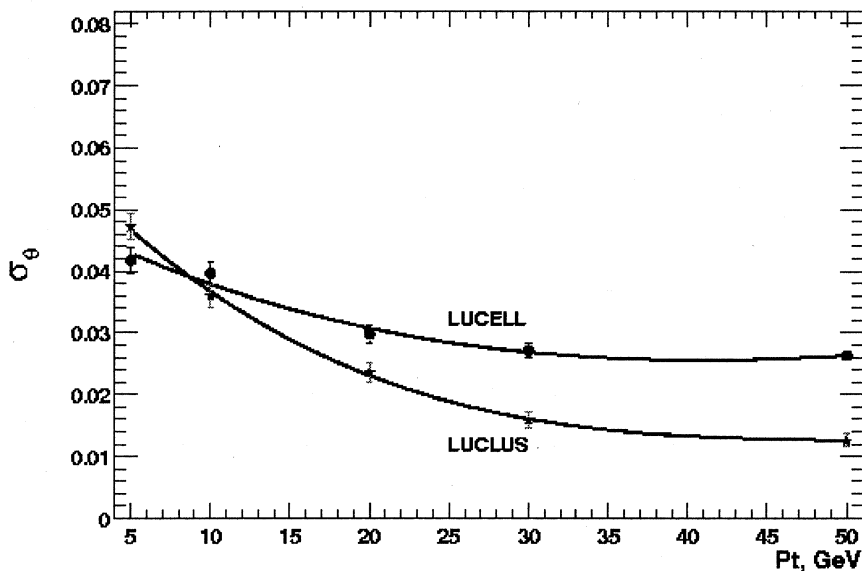


Рис.4. Зависимость ошибки восстановления угла испускания струи σ_θ от поперечного импульса. Здесь θ - угол импульса струи по отношению к оси соударения пучков

Литература

- [1] A.Efremov, L.Mankiewicz, N. Tornquist, Phys. Lett. 1992, vol.284, p.394.
O.Nachtmann., Nucl. Phys., 1978, vol. 28, p.83.
- [2] А.В.Ефремов, Ю. И. Иваньшин, Л.Г. Ткачев, Р.Я. Зулькарнеев.
Ядерная Физика том 63, N 3, 2000 .
- [3] T.Sjostrand. PYTHIA 5.6 and JETSET 7.3. Physics and Manual.
CERN-TH.6488/92.;
T. Sjostrand, Computer Physics Commun. 1988, vol. 39, p.347;
T. Sjostrand, M.Bengtsson, Computer Physics Commun.1987, vol
43, p.367.
- [4] M. Gyulassy and X.N. Wang. LBL-34246, 1996.

Рукопись поступила в издательский отдел
29 декабря 2000 года.

Зулькарнеев Р.Я. и др.

P1-2000-321

Оценка влияния точности определения параметров струй
на погрешность измерения HANDEDNESS
в pp -соударениях при энергии 200 ГэВ

Приводятся результаты расчетов, выполненных для оценки того, в какой мере несовершенство некоторых из наиболее распространенных алгоритмов, используемых для распознавания и восстановления струйных событий (LUCLUS и LUCCELL), может исказить результаты измерения HANDEDNESS в конкретном случае рождения адронной струи в pp -соударении при энергии $\sqrt{S} = 200$ ГэВ.

Полученные данные позволили оценить тот предел погрешности, ниже которого невозможны более точные измерения HANDEDNESS для струй, рожденных при указанной энергии соударения.

Работа выполнена в Лаборатории физики частиц ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2000

Перевод авторов

Zulkarneev R. Ya. et al.

P1-2000-321

The Influence of Jet Parameters
on the HANDEDNESS Determination Precision
in pp -Collisions at 200 GeV

The results of calculations which were done to bring out what is the imperfection scale for the LUCLUSE and LUCCELL algorithms used to reconstruct the jet events produced at 200 GeV in pp -collisions are presented. It was shown that both explored codes find the jet moment P with approximately the same error. The received data allow to estimate the highest limit of the accuracy if one measures the jet HANDEDNESS by using modern versions of LUCLUS and LUCCELL codes.

The investigation has been performed at the Laboratory of Particle Physics, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2000

Редактор М.И.Зарубина. Макет Н.А.Киселевой

Подписано в печать 14.03.2001

Формат 60 × 90/16. Офсетная печать. Уч.-изд. листов 0,83

Тираж 375. Заказ 52543. Цена 1 р.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
Дубна Московской области