

P10-2002-279

Е. О. Черепанов, Н. Б. Скачков

**ПРОГРАММНЫЙ ПАКЕТ ДЛЯ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ
И ОБРАБОТКИ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ДАННЫХ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ВЗАИМОДЕЙСТВИЙ
ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЧАСТИЦ**

Введение

На сегодняшний день представление информации при обработке данных в физике высоких энергий является актуальной проблемой. В результате колоссального роста потока информации, получаемого при проведении эксперимента, чрезвычайно остро встает проблема ее наглядного отображения. Рутинный просмотр таблиц с цифрами и множества графиков зачастую не позволяет оперативно сделать выводы о качестве данных и повышает вероятность их ошибочной интерпретации.

Безусловно, обработка и анализ данных проводятся с помощью вычислительной техники и соответствующего программного обеспечения. Разработано множество методов и алгоритмов решения различных задач в области обработки данных. Но, обладая мощной математической базой, многие программные комплексы имеют довольно слабую интерфейсную часть (ИЧ). Это обусловлено тем, что большинство программного обеспечения (ПО), разрабатываемого в сфере ФВЭ, не предназначено для тиражирования, а применяется для внутренних нужд, поэтому ИЧ уделяется мало внимания. Основные требования, предъявляемые к ИЧ, как правило, сводятся к тому, чтобы существовала возможность в той или иной форме передавать команды ПО и получать соответствующую информацию.

При больших объемах данные необходимо структурировать и обобщать, т.е. использовать вложенную схему представления информации, а также максимально использовать возможности графического отображения, которое гораздо эффективнее для человеческого восприятия, чем текстовое.

При отображении данных, полученных с калориметра, основная задача заключается в качественном интуитивно понятном представлении информации о событии. Пользователь должен мгновенно определить по графическому образу события, интересует оно его или нет, даже не читая никаких его параметров. Для этого необходимо числовые значения события интерпретировать подбором соответствующих цветовых гамм. Тем не менее пользователь должен иметь возможность получить исчерпывающую информацию как обо всем событии в целом, так и по каждому из его элементов.

Для решения этих задач была разработана программа представления и обработки экспериментальных данных с калориметра.

1. Общее описание работы программы

Программа представления и обработки экспериментальных данных (далее программа) предназначена для подробного и наглядного отображения информации о зарегистрированных частицах, а также проведения анализа для выделения струй.

Программа разработана в среде Borland Delphi 6.0 и предназначена для работы в операционных системах семейства Windows.

Основная информационная область программы представляет собой координатную сетку, ячейки которой соответствуют ячейкам калориметра, положение которых в пространстве определяется двумя угловыми переменными.

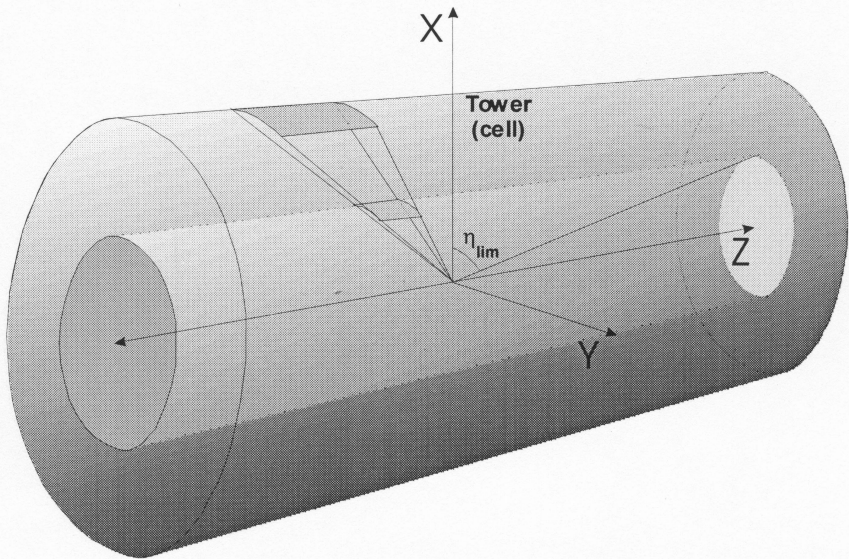


Рис. 1

Если представить себе типичный детектор (рис. 1), используемый, например, в экспериментах на встречных протон-антипротонных пучках (ось пучков выбирается за ось Z), то его центральная часть (barrel), имеющая по оси пучка цилиндрический вырез, обычно состоит из ячеек калориметра, выполненных в виде трапециевидных секторов, расширяющихся в направлении от оси пучка. В поперечном (к оси пучка) сечении, то есть в плоскости XY (где ось X смотрит из центра установки вертикально вверх, а ось Y направлена в центр кольца ускорителя), местоположение этих ячеек удобно описывать значением угла φ ($0^\circ \leq \varphi \leq 360^\circ$), отсчитывающегося от верхней точки барреля. Размеры по углу φ этих секторов могут быть, например, по 5° , то есть 72 трапециевидных сектора.

Поскольку центральная цилиндрическая часть калориметра (barrel) имеет конечный размер, то значение угла θ , отсчитываемого от оси пучка (оси Z), под которым виден край внутреннего цилиндра, ограничено величиной θ_{lim} . В экспериментах для описания принято использовать вместо угла θ величину псевдобыстроты η , определяемой по формуле $\eta = -\ln(\text{tg}(\theta/2))$. Значению угла $\theta = \pi/2$ соответствует значение $\eta=0$.

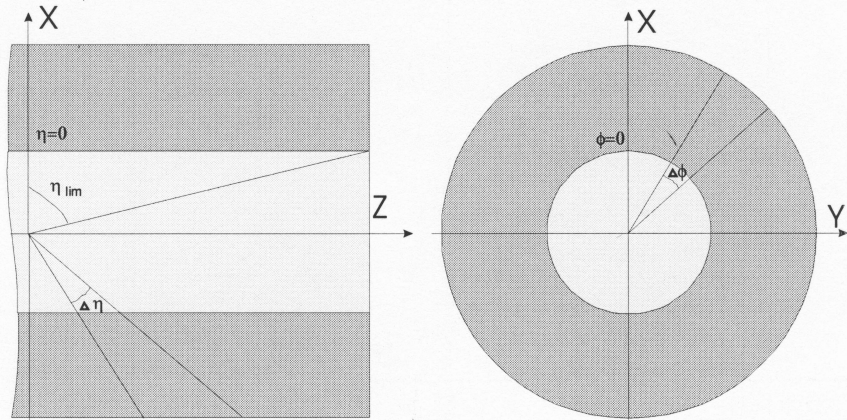


Рис. 2

Сам калориметр представляет собой набор сегментированных по φ и η ячеек или проекционных «башен» (tower). Типичный размер этих «башен» в φ - η -пространстве порядка $\Delta\varphi \times \Delta\eta = 0,1 \times 0,1$ (рис. 2), где угол φ задан в радианах (значение $\Delta\varphi=0,1$ соответствует углу $\Delta\varphi=5,625^\circ$). Наибольшее значение псевдобыстроты η_{lim} определяется величиной θ_{lim} . Допустим, в эксперименте $\eta_{lim} = 4,2$. Тогда калориметр будет состоять из 84×64 проекционных башен. Каждой из этих башен соответствует ячейка на координатной сетке программы. Положение этих ячеек будем определять двумя параметрами. Один из них будет соответствовать номеру ячейки по углу φ , то есть N_φ , а другой будет соответствовать номеру ячейки по значению η , то есть N_η . В дальнейшем для задания местоположения ячеек калориметра мы будем пользоваться не угловыми переменными φ и η , а только лишь их номерами N_φ и N_η . Для упрощения восприятия информации мы эти номера будем обозначать просто как φ и η , то есть далее $N_\varphi \equiv \varphi$ и $N_\eta \equiv \eta$.

Начало координат находится в правом верхнем углу координатной сетки. На верхней горизонтальной шкале отложены значения угла φ ($0^\circ \leq \varphi \leq 360^\circ$), а на правой вертикальной — номер ячейки калориметра. Размеры сетки зависят от настройки шкал. Имеется возможность изменения количества ячеек и точек начала отсчета на шкалах.

Для заполнения информационной области необходимо загрузить файл с экспериментальными данными или данными сгенерированных методом Монте-Карло (МК) событий. Рассмотрим вначале последний случай. Такой файл может содержать набор событий, состоящих из списка зарегистрированных частиц. Каждая частица имеет координаты регистрации (ϕ ; η) и импульс P (x ; y ; z), а также информацию о принадлежности струе (Jet).

После загрузки файла ячейки координатной сетки заполняются данными, характеризующими импульсные и энергетические переменные попавших в них частиц. Поскольку имеется возможность организовать совместную работу генератора событий, например RUTHIA, с отдельно взятыми программами для поиска струй, а также использовать встроенные в нее подпрограммы поиска струй, то мы будем считать, что в сгенерированных МК событиях уже осуществлено выделение струй и определены принадлежащие им частицы.

Цвет ячеек, соответствующих секторам, в которых были зарегистрированы частицы, изменится. Изначально ячейки окрашены бледно-голубым цветом, но при заполнении информацией их цвет может измениться в зависимости от суммарного импульса частиц, зарегистрированных в соответствующем секторе. Цвет ячейки находится в экспоненциальной зависимости от значения суммарного импульса частиц и варьируется от темно-синего — при значениях импульса менее 0,5 ГэВ — до ярко-красного — при значениях импульса свыше 30 ГэВ (изменение цвета идет вправо по спектру). Ячейки, содержащие частицы, не попавшие в струю, окрашиваются таким же образом, но перечеркиваются диагональными линиями.

Выбор данного цветового диапазона обусловлен известными особенностями человеческого восприятия — холодные (синие) тона менее привлекают внимание в отличие от горячих (красных), которые непременно бросаются в глаза. Помимо этого, в результате подобного метода окраски ячеек четко отображается характер распределения струи и ее реальные размеры.

Имеется возможность вывода подробной информации по каждой ячейке и соответствующим ей частицам (количество частиц, наименования, импульсы), а также в целом по событию.

В программе реализован алгоритм выделения струй, результаты выполнения каждой итерации которого подробно отображаются в итоговой таблице. Выделяется ячейка, содержащая частицу-инициатор, и выводится информация по окружающим ее ячейкам, в которых зарегистрированы частицы, принадлежащие струе.

2. Описание интерфейса программы

Интерфейс программы выполнен в соответствии с основными стандартами представления информации и организации управления. Язык, использующийся в элементах интерфейса, — английский, это обусловлено тем, что пользователями программы могут быть члены зарубежных коллабораций. Каждый элемент интерфейса снабжен всплывающими подсказками, что позволит ускорить процесс освоения программы.

Основное окно программы (рис. 3) состоит из следующих элементов:

- панель управления;
- информационная панель;
- панели параметров координатной сетки;
- координатная сетка.

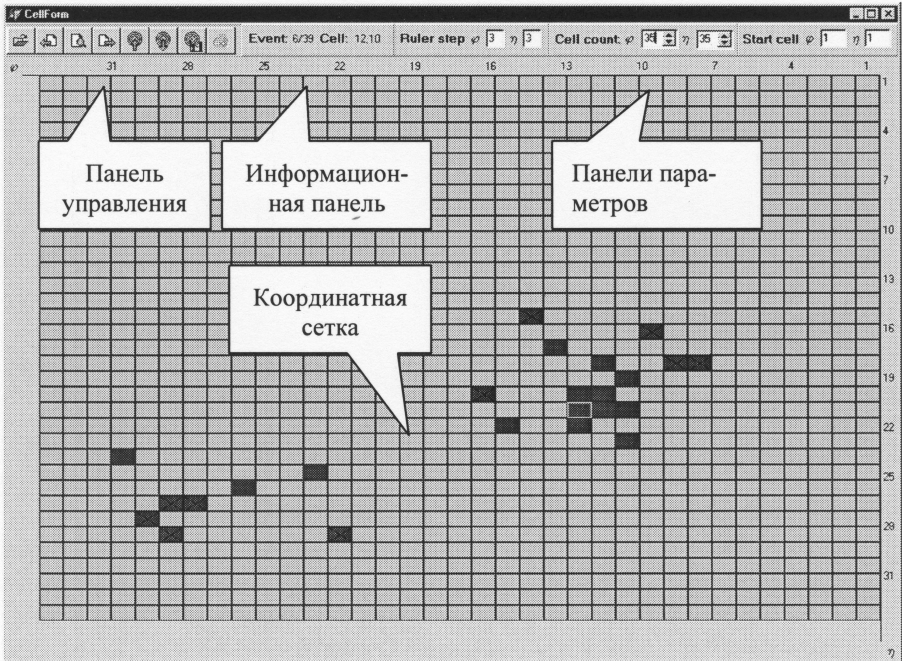


Рис. 3

2.1. Панель управления

Панель управления программы представляет собой ряд расположенных горизонтально кнопок, отмеченных соответствующими пиктограммами (рис. 4). Каждая кнопка снабжена необходимой всплывающей подсказкой. Наличие пиктограмм и подсказок позволяет значительно упростить работу с программой.

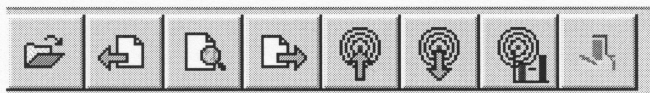










Рис. 4

Нажатие кнопок вызывает следующие действия:

-  Вызов стандартного диалога для открытия файла с данными по эксперименту (см. п. 2.1.1).
-  Переход к анализу данных по предыдущему событию.
-  Вывод подробной информации по текущему событию (см. п. 2.1.2).
-  Переход к анализу данных по следующему событию.
-  Отображение списка частиц, принадлежащих струе, а также их параметры (см. п. 2.1.3).
-  Отображение списка частиц, не принадлежащих струе, а также их параметры (см. п. 2.1.3).
-  Вывод итоговой таблицы анализа струи (см. п. 2.1.4).
-  Вывод трехмерной гистограммы энергетического состава струи (см. п. 2.1.5).

2.1.1. Загрузка экспериментальных данных

При запуске программы активной является только одна кнопка, вызывающая диалоговое окно открытия файла с экспериментальными данными, все остальные кнопки неактивны, поскольку действия, которые они выполняют, могут производиться только после загрузки данных. Поле программы, предназначенное для отображения координатной сетки, вначале будет окрашено серым цветом. При этом координатная сетка будет отсутствовать. Для начала работы необходимо нажать следующую кнопку панели управления:



Вызов стандартного диалога для открытия файла с данными по эксперименту.

В результате нажатия кнопки вызывается стандартное диалоговое окно открытия файла (рис. 5). Предварительно необходимо поместить файл с данными установленного формата (формат файла описан в приложении) в директорию Data в рабочей папке программы. Для загрузки экспериментальных данных необходимо выбрать файл, содержащий информацию, например, fort.72. После выделения соответствующего файла следует нажать кнопку «Open» (или «Открыть» в русскоязычной версии Windows).

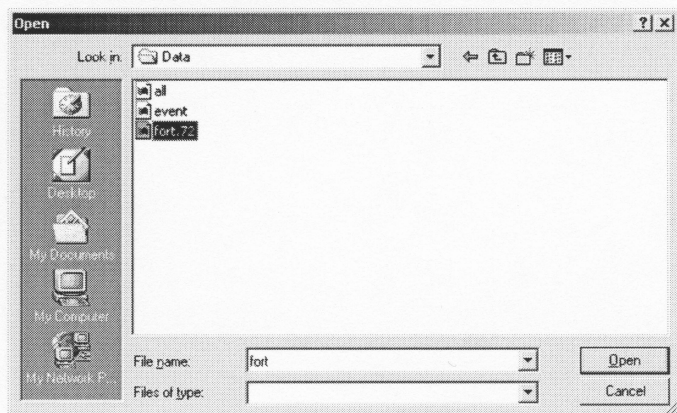


Рис. 5

После открытия файла с экспериментальными данными автоматически загрузится координатная сетка, в которой ячейки заполнены данными по частицам первого события.

2.1.2. Просмотр данных по событию

Вначале, естественно, нам хотелось бы получить общую информацию о самом событии. Для этого предназначена следующая кнопка панели управления:



Вывод подробной информации по текущему событию (рис. 6).

Ее нажатие приводит к появлению на экране следующего окна:

EventValues					
Event information					
N_{ev}	1				
N_{part}^{jet}	28				
N_{part}^{out}	6				
Parton information					
KF_{part}^1	21	KF_{part}^2	21		
R_{part}^1	0,015	R_{part}^2	0,015		
P_x^{part}	34,582	P_y^{part}	-24,698	P_z^{part}	303,336
Jet information					
P_x^{jet}	32,935	P_y^{jet}	-24,256	P_z^{jet}	291,65
P_x^{out}	0,289	P_y^{out}	0,491		
Additional information					
P_x^γ	-35,437	P_x^γ	24,394	P_x^γ	183,295
P_x^{miss}	2,213	P_y^{miss}	-0,628	P_t^{clu}	0

Рис. 6

Информационное поле окна разделено на четыре логических секции, каждая из которых содержит поля со значениями параметров объекта (события, партона, струи), описываемого в данной секции. Над каждой логической секцией помещено ее наименование, а слева от каждого поля расставлены соответствующие обозначения представляемых величин.

Окно состоит из следующих информационных разделов:

«**Event information**» содержит информацию о событии:

- N_{ev} — порядковый номер просматриваемого события в выбранном файле fort.72;
- N_{part}^{jet} — количество частиц, содержащихся в струе (jet);
- N_{part}^{out} — количество частиц, не попавших в струю (jet).

«**Parton information**» содержит информацию о частице–инициаторе:

- KF_{part}^1, KF_{part}^2 — PUTHIA–код аромата (flavour) партона–инициатора, породившего струю (по первому и второму определению);
- R_{part}^1, R_{part}^2 — расстояния в пространстве от центра гравитации струи до ее партона–инициатора (по первому и второму определению);
- $P_X^{part}, P_Y^{part}, P_Z^{part}$ — координатные компоненты вектора импульса партона, породившего струю (jet).

«**Jet information**» содержит информацию о струе, порожденной этим партоном:

- $P_X^{jet}, P_Y^{jet}, P_Z^{jet}$ — координатные компоненты вектора импульса струи;
- P_X^{out}, P_Y^{out} — x-, y-компоненты суммарного векторного поперечного импульса вне системы γ +струя.

«**Additional information**» – дополнительная информация о событии:

- $P_X^{\gamma}, P_Y^{\gamma}, P_Z^{\gamma}$ — координатные компоненты вектора импульса фотона. Данные поля окна заполняются, если мы интересуемся в событии, кроме информации о частицах и адронах, еще и параметрами импульса фотона, например, как в событиях протон + протон → фотон + струя + X (все остальные частицы) (только при наличии данной информации в файле с данными);
- P_X^{miss}, P_Y^{miss} — x-, y-компоненты нерегистрируемого в детекторе поперечного импульса события;
- P_t^{clu} — поперечный импульс кластера.

2.1.3. Анализ информации о струе и принадлежащих ей частицах

Теперь мы можем более внимательно изучить полную информацию о струе, а также о тех частицах события, которые не вошли в ее состав. Для этого необходимо воспользоваться двумя следующими кнопками панели управления, нажатие которых приводит к появлению на экране соответствующих окон:



Отображение списка частиц, принадлежащих струе, а также их параметры (рис. 7,а).



Отображение списка частиц, не принадлежащих струе, а также их параметры (рис. 7,б).

Particles In Jet			
17 particles in Jet			
KF	P (x:y:z)	Pt	
gamma	-0,586; 1,081; -5,97	1,23	
P+	-0,131; 0,137; -0,942	0,19	
k-	-7,342; 7,274; -46,302	10,335	
k+	-5,614; 5,838; -36,241	8,099	
n	-2,62; 3,045; -16,468	4,017	
P+	-1,671; 1,822; -9,922	2,472	
gamma	-0,689; 0,645; -3,778	0,944	
p-	-7,714; 7,116; -45,803	10,495	
k-	-1,919; 1,45; -11,177	2,405	
P+	-0,89; 0,708; -5,097	1,137	
p+	-0,936; 0,778; -11,723	1,217	
P-	-0,149; 0,1; -0,683	0,179	
P-	-0,098; 0,062; -0,427	0,116	
P-	-0,334; 0,354; -1,444	0,487	
P+	-0,325; 0,112; -1,164	0,344	
gamma	-0,235; 0,349; -2,508	0,421	
gamma	-0,002; 0,021; -0,101	0,021	
Sum:	-31,255; 30,892; -199,75	43,945	

Рис. 7,а

Particles Out Jet			
13 particles out Jet			
KF	P (x:y:z)	Pt	
p+	0,208; 1,26; -7,126	1,277	
gamma	0; 0,05; -0,197	0,05	
P-	-0,268; 0,01; -0,673	0,268	
gamma	0,027; 0,222; -1,068	0,224	
gamma	0,033; 0,208; -0,991	0,211	
p+	-0,936; 0,778; -11,723	1,217	
P+	0,006; 0,245; -0,772	0,245	
gamma	-0,058; -0,003; -0,424	0,058	
gamma	0,009; 0,059; -0,225	0,06	
gamma	-0,002; 0,021; -0,101	0,021	
gamma	-0,007; 0,181; -0,571	0,181	
gamma	-0,507; 0,177; -1,337	0,537	
gamma	-0,145; -0,017; -0,423	0,146	
Sum:	-1,64; 3,191; -25,631	3,588	

Рис. 7,б

Данные окна содержат следующую информацию:

- Количество частиц, принадлежащих (рис. 7,а) или не принадлежащих (рис. 7,б) струе;
- KF (код аромата частиц) – колонка содержит явные названия частиц;
- P(x; y; z) — три следующие далее колонки содержат P_x-, P_y-, P_z-компоненты трехимпульсов частиц;
- Pt — последняя колонка, содержащая значения поперечных импульсов частиц;
- Sum — нижняя строка, содержащая три значения просуммированных P_x-, P_y-, P_z- компонент импульсов частиц, принадлежащих (не принадлежащих) струе, а также значения скалярных сумм поперечных импульсов частиц.

При нажатии левой кнопкой мыши на поле с именем частицы подсвечивается вся строка, содержащая параметры этой частицы, а также выделяется ячейка координатной сетки, в которой была зарегистрирована данная частица, при этом выводится окно с параметрами частиц, принадлежащих данной ячейке (рис. 8).

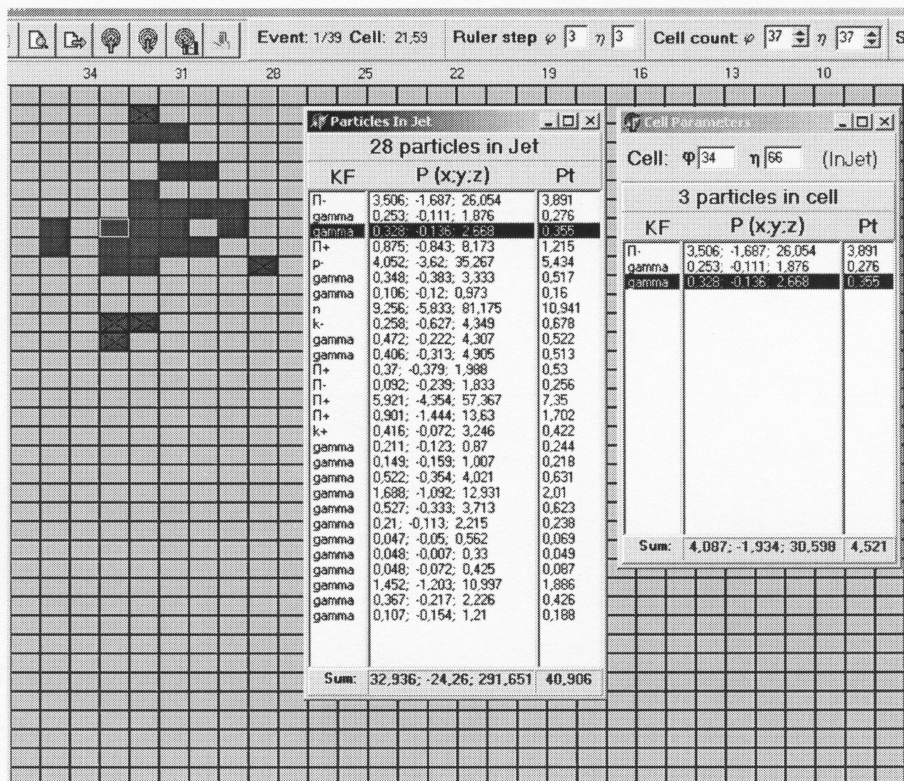


Рис. 8

2.1.4. Вывод итоговой таблицы анализа струи

В работе [1] (см. также [2]) при симуляции события γ -струи для энергий тэватрона использовался критерий изолированности струи. Для этого рассматривалось расстояние R_{ic} в η - ϕ -пространстве

$$R_{ic}(\eta; \phi) = \sqrt{(\Delta\eta)^2 + (\Delta\phi)^2},$$

отсчитываемое от центра ячейки-инициатора (ic) до края струи. При этом налагалось требование, чтобы в некотором кольце шириной ΔR , кратной размеру одной ячейки калориметра, содержалось энерговыделение, не превосходящее 3–8 % от энергии струи. Чтобы исследовать данное событие на соответствие этому критерию, можно осуществить предварительный отбор с помощью упрощенной схемы, где вместо колец вокруг струи можно рассматривать концентрические квадраты разных размеров, заключающие в себя струю. Для получения результатов алгоритма анализа струи необходимо нажать следующую кнопку панели управления:



Вывод итоговой таблицы алгоритма анализа струи.

При нажатии данной кнопки будет вызвано окно с результатами расчетов суммарного импульса и энергетического вклада в струю каждого квадрата (рис. 9).

n	Sum Pt	Sum E	RT cg	1/n RT cg	RE cg	1/n RE cg
1	10,941	81,909	0	0	0	0
3	23,049	162,896	1,12	0,373	1,114	0,371
5	4,949	35,543	2,102	0,42	2,114	0,423
7	1,71	11,324	3,156	0,451	3,148	0,45
9	0,247	2,273	4,472	0,497	4,472	0,497
Sum:	40,896	293,945	10,85	1,206	10,849	1,205

Рис. 9

В верхней части окна итоговой таблицы анализа струи содержится:

- **HotCell** — координаты ячейки с максимальным энерговыделением. Эта ячейка—инициатор является центром, от которого расходятся концентрические квадраты;
- **N** — число, которое определяет размер последнего квадрата в ячейках ($N*N$) и, соответственно, количество квадратов (доступно для изменения стрелками вверх/вниз рядом со значением);
- **Recalculate** — кнопка, при нажатии которой производится новое заполнение итоговой таблицы (необходимо нажать при изменении N).

Итоговая таблица состоит из следующих столбцов:

- **n** — число, которое определяет размер квадрата в ячейках ($n*n$);
- **Sum Pt** — суммарный поперечный импульс всех ячеек квадрата ($n*n$);
- **Sum E** — суммарный энергетический вклад всех ячеек квадрата ($n*n$);
- **RT cg** — взвешенный радиус струи, отсчитываемый от ее центра гравитации, определенного с помощью значений поперечного импульса, используемого в качестве весового фактора;
- **1/n RT cg** — отнормированный по n взвешенный радиус;
- **RE cg** — взвешенный радиус струи, отсчитываемый от ее центра гравитации, определенного с помощью значений энергии, используемой в качестве весового фактора;
- **1/n RE cg** — отнормированный по n взвешенный радиус;
- В нижней части итоговой таблицы находится строка Sum, содержащая суммарные значения по каждому из столбцов.

Значения взвешенных радиусов струи рассчитываются по следующим формулам:

$$RTcg = \frac{\sum Pt_i R_i ic}{\sum Pt_i}; \quad REcg = \frac{\sum E_i R_i ic}{\sum E_i}.$$

При нажатии левой кнопкой мыши на любую ячейку строки, содержащей результаты вычислений по одному из концентрических квадратов, на координатной сетке выделяются ячейки, из которых составлен данный квадрат (рис. 10).

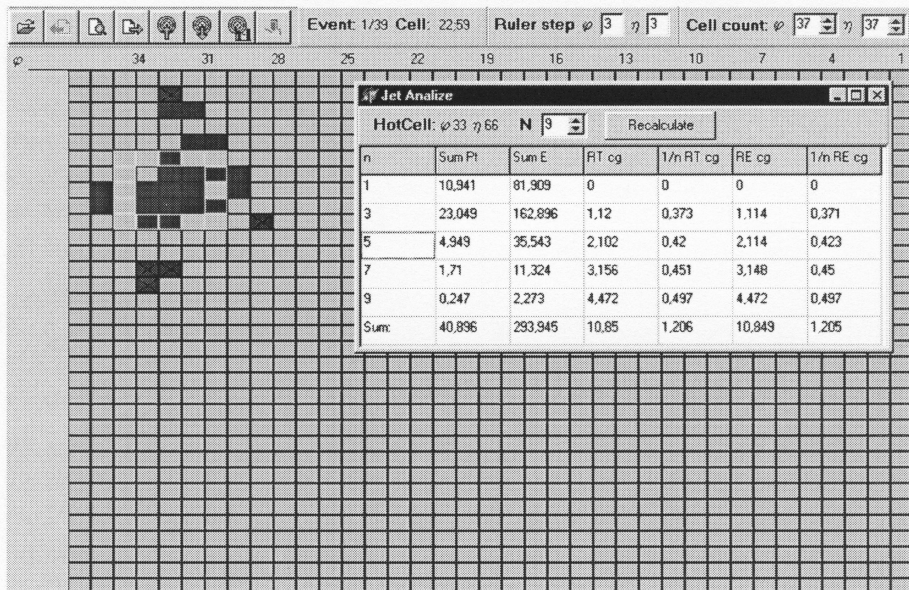


Рис. 10

Данная возможность позволяет оператору легко анализировать импульсный и энергетический вклад каждого из концентрических квадратов как с помощью таблицы, так и с помощью окрашенных ячеек координатной сетки.

2.1.5. Вывод трехмерной гистограммы струи

Для более наглядного представления информации о составе и характере струи в программе имеется возможность отображения трехмерной гистограммы. Для вывода окна с трехмерной гистограммой необходимо нажать следующую кнопку панели управления:



Вывод трехмерной гистограммы струи.

После нажатия данной кнопки на экране появится окно с трехмерной координатной разметкой (рис. 11).

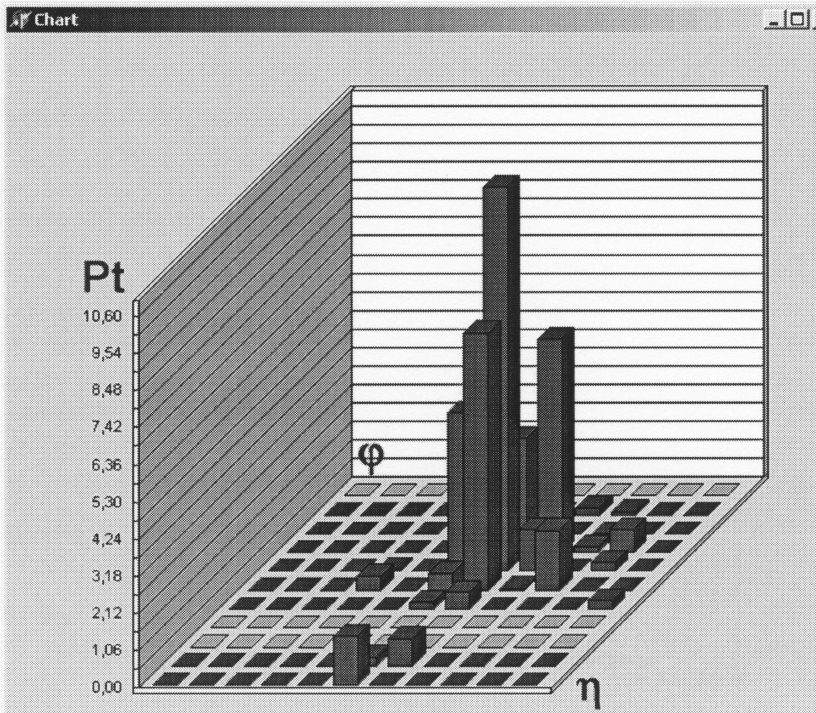



Рис. 11

Энерговыделение в каждой ячейке, принадлежащей струе, характеризуется соответствующим столбцом гистограммы. Высота столбца определяется значением суммарного поперечного импульса частиц, зарегистрированных в ячейке. Цвет столбцов гистограммы также зависит от энерговыделения в соответствующих ячейках и совпадает с их цветом на координатной сетке.

2.2. Информационная панель

На информационной панели (рис. 12) отображается порядковый номер текущего события и общее количество событий, а также координаты ячейки, на которую сейчас наведен курсор мыши.



Event: 6/39 Cell: 26,5

Рис. 12

2.3. Панели параметров координатной сетки

В верхней части основного окна программы расположены панели параметров, предназначенные для изменения размеров координатной сетки и шкал.

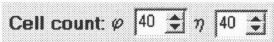
2.3.1. Панель настройки шага шкал



Ruler step φ 3 η 3

На данной панели расположены два поля с доступными для изменения значениями, которые обуславливают частоту расстановки координатных обозначений на соответствующих осях.

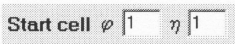
2.3.2. Панель изменения размеров сетки



Cell count: φ 40 η 40

На данной панели расположены два поля с доступными для изменения значениями, которые определяют размерность координатной сетки. Значения полей можно изменять как с помощью клавиатуры, так и нажимая соответствующие кнопки с треугольниками справа от полей. При нажатии на эти кнопки значение увеличится или уменьшится на 10.

2.3.3. Панель установки начала координат сетки



Start cell φ 1 η 1

На данной панели расположены два поля с доступными для изменения значениями, которые устанавливают точку начала отсчета координатной сетки.

2.4. Координатная сетка

2.4.1. Описание координатной сетки

Координатная сетка представляет собой таблицу ячеек установленного размера. Каждая ячейка обладает уникальными координатами, которые отмечены на размерных шкалах. При наведении курсором мыши на любую ячейку ее координаты отобразятся на информационной панели.

2.4.2. Вывод информации о частицах, принадлежащих ячейке

При нажатии левой кнопкой мыши на одну из ячеек выводится окно со списком частиц, принадлежащих этой ячейке, сама же ячейка становится выделенной — обводится светлым контуром (рис. 13).

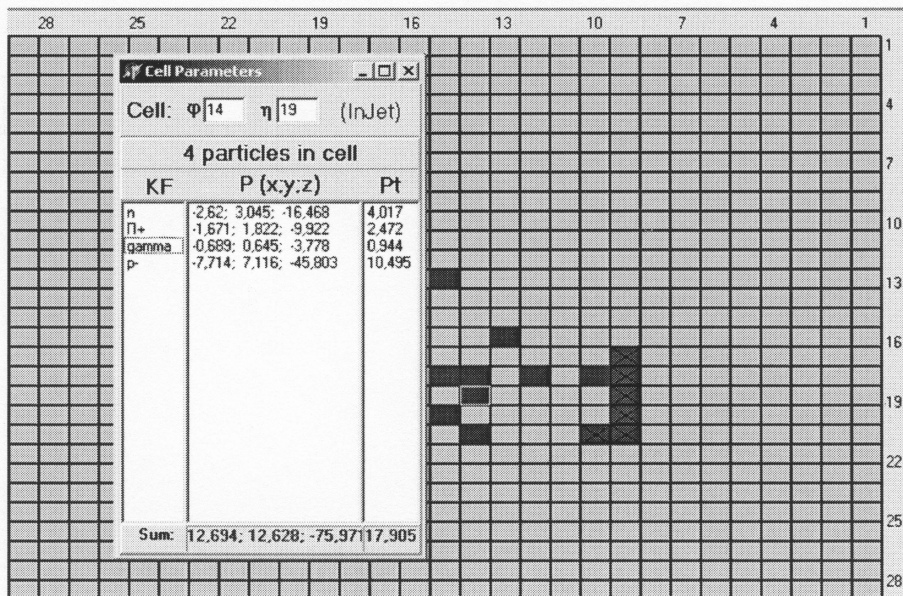


Рис. 13

Для каждой частицы отображаются ее параметры — наименование, импульс, суммарный импульс, а также параметры самой ячейки — координаты, принадлежность струе, общее количество частиц и их суммарный импульс.

2.4.2. Вызов контекстного меню ячеек

При нажатии правой кнопкой мыши на одну из ячеек выводится контекстное меню со списком операций, сама же ячейка становится выделенной (рис. 14).

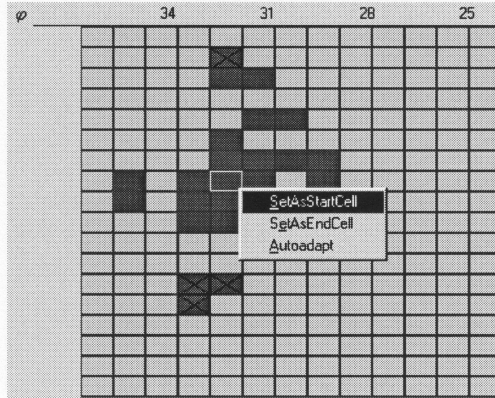


Рис. 14

Контекстное меню ячейки предназначено для более удобной настройки параметров координатной сетки и содержит следующие пункты:

- **SetAsStartCell** — принять координаты выделенной ячейки за начало отсчета координат. При нажатии этого пункта меню выделенная ячейка переместится в правый верхний угол координатной сетки, а количество ячеек сетки изменится в зависимости от координат выделенной ячейки.
- **SetAsEndCell** — принять координаты выделенной ячейки за граничные координаты сетки. При нажатии этого пункта меню выделенная ячейка переместится в левый нижний угол координатной сетки, а количество ячеек сетки изменится в зависимости от координат выделенной ячейки.
- **Autoadapt** — автоадаптация координатной сетки в зависимости от размеров струи. При нажатии этого пункта меню размеры координатной сетки автоматически настроются по размерам струи.

Заключение

В заключение следует отметить, что разработанный программный пакет в полной мере отвечает поставленным требованиям, а именно осуществляет наглядное представление информации как о событиях, сгенерированных программным пакетом RUTHIA, используемым для моделирования физических процессов, так и о зарегистрированных сигналах от адронной струи, снимаемых с ячеек реального калориметра. При этом описанный в настоящей работе программный пакет позволяет:

- отображать на координатной сетке энергетическое выделение в ячейках калориметра посредством цветовых гамм;
- выводить исчерпывающую информацию по каждой из ячеек;
- представлять данные о событии партон–партонного процесса, являющегося порождающим источником адронной струи;
- отображать в случае использования генератора событий списки частиц, как принадлежащих, так и не принадлежащих струе, с указанием кодов частиц, компонент их четырехимпульсов и поперечных импульсов;
- при подведении курсора к строке списка частиц высвечивать после нажатия соответствующую ячейку, которой принадлежит данная частица;
- проводить анализ состава струи и энергетического распределения частиц, а также выводить подробную таблицу результатов анализа;
- выводить трехмерные гистограммы струи по энергосодержанию и суммарному поперечному импульсу;
- свободно передвигаться по списку событий, динамически изменяя заполнение координатной сетки;
- оперативно изменять размеры координатной сетки и значения шкал, что делает возможным использование данного пакета для анализа физических событий, происходящих в установках с разными геометрическими размерами калориметров.

В дальнейшем планируется перенос программного пакета на Unix–платформу, а также расширение его возможностей, в частности — интеграция в программный пакет модуля выделения струй (Jet Finder), а также адаптация к иным геометрическим структурам калориметров.

Приложение

Формат файла с экспериментальными данными

Event=	N_{ev}	N_{part}^{jet}	KF_{part}^1			
99991	P_t^{clu}	R_{part}^1	R_{part}^2			
99992	P_X^{out}	P_Y^{out}				
99993	P_X^{miss}	P_Y^{miss}				
99994	P_X^γ	P_Y^γ	P_Z^γ			
99995	P_X^{jet}	P_Y^{jet}	P_Z^{jet}			
99996	P_X^{part1}	P_Y^{part1}	P_Z^{part1}			
99997	P_X^{part2}	P_Y^{part2}	P_Z^{part2}	0	$Line^{part2}$	KF_{part}^2
KF_i	P_{X_i}	P_{Y_i}	P_{Z_i}	η_i	ϕ_i	
—	N_{part}^{out}					
KF_i	P_{X_i}	P_{Y_i}	P_{Z_i}	η_i	ϕ_i	
*						

Серым цветом окрашены поля, которые остаются без изменений при заполнении файла данными. Поля, в которых стоят обозначения величин, должны быть заполнены соответствующими значениями. При отсутствии значения какой-либо величины на ее место необходимо записать «0».

Литература

1. D.V. Bandurin, N.B. Skachkov. «Gamma + jet» event rate estimation for gluon distribution determination at the tevatron run II. Dubna: JINR, 2002; e-Print Archive: hep-ex/0206040
2. D. Bandurin, V. Konoplyanikov, N. Skachkov. «Gamma + jet» process application for setting the absolute scale of jet energy and determining the gluon distribution at the LHC. Dubna: JINR, 2002; e-Print Archive: hep-ex/0207034
3. С. Тейксейра, К. Пачеко. Delphi 5. Руководство разработчика. М.: Вильямс, 2000 .

Получено 11 декабря 2002 г.

Черепанов Е. О., Скачков Н. Б.

P10-2002-279

Программный пакет для представления и обработки экспериментальных данных высокоэнергетических взаимодействий элементарных частиц

Разработан программный пакет, предназначенный для детального наглядного отображения информации об энергетическом и пространственном распределении вторичных частиц, рожденных в процессах столкновения элементарных частиц. Входными данными является информация о компонентах 4-импульсов вторичных частиц, как полученная с помощью программы — генератора событий, так и снятая с ячеек отдельных частей физического детектора, например с калориметра или трекера. Пакет предназначен для использования в операционных системах семейства Windows и разработан с помощью средств Borland Delphi. Математический аппарат программного средства позволяет пользователю получить исчерпывающую информацию, не производя дополнительных расчетов. Программа автоматически проводит анализ состава и распределения сигналов, снятых с калориметра, и наглядно отображает результаты этого анализа в доступном для быстрого восприятия виде. Для отображения информации используются интуитивно понятные цветовые решения, а также средства трехмерной графики.

Работа выполнена в Лаборатории ядерных проблем им. В. П. Дзелепова ОИЯИ.

Сообщение Объединенного института ядерных исследований. Дубна, 2002

Перевод авторов

Cherepanov E. O., Skachkov N. B.

P10-2002-279

Software Tool for Representation and Processing of Experimental Data on High Energy Interactions of Elementary Particles

The software tool is developed for detailed and evident displaying of information about energy and space distribution of secondary particles produced in the processes of elementary particles collisions. As input information the data on the components of 4-momenta of secondary particles is used. As for these data the information obtained from different parts of physical detector (for example, from the calorimeter or tracker) as well as the information obtained with the help of event generator is taken.

The tool is intended for use in Windows operation system and is developed on the basis of Borland Delphi. Mathematical architecture of the software tool allows user to receive complete information without making additional calculations. The program automatically performs analysis of structure and distributions of signals and displays the results in a transparent form which allows their quick analysis. To display the information the three-dimensional graphic methods as well as colour decisions based on intuitive associations are also used.

The investigation has been performed at the Dzhelepov Laboratory of Nuclear Problems, JINR.

Communication of the Joint Institute for Nuclear Research. Dubna, 2002

*Редактор А. Н. Шабашова
Макет Е. В. Сабатовой*

Подписано в печать 16.01.2003.

Формат 60 × 90/16. Бумага офсетная. Печать офсетная.

Усл. печ. л. 1,44. Уч.-изд. л. 1,48. Тираж 290 экз. Заказ № 53744.

Издательский отдел Объединенного института ядерных исследований
141980, г. Дубна, Московская обл., ул. Жолио-Кюри, 6.

E-mail: publish@pds.jinr.ru

www.jinr.ru/publish/