

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



8665

P1 - 8665

Экз. чит. зала

В.В.Глаголев, Н.К.Душутин, А.А.Кузнецов,
В.М.Мальцев, Г.Д.Пестова, М.Сабэу

РЕЛЯТИВИСТСКОЕ ОБОБЩЕНИЕ
СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ДЛЯ ПОЛУИНКЛЮЗИВНЫХ ПРОЦЕССОВ
С УЧАСТИЕМ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ

1975

P1 - 8665

В.В.Глаголев, Н.К.Душутин,* А.А.Кузнецов,
В.М.Мальцев, Г.Д.Пестова, М.Сабэу

РЕЛЯТИВИСТСКОЕ ОБОБЩЕНИЕ
СТАТИСТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ
ДЛЯ ПОЛУИНКЛЮЗИВНЫХ ПРОЦЕССОВ
С УЧАСТИЕМ СТРАННЫХ ЧАСТИЦ

Направлено в ЯФ

**Научно-техническая
библиотека
ОИЯИ**

* Московский государственный университет

S U M M A R Y

Here we present the results of comparison of the relativistically generalized statistical model with experiment. The generalization assumes that the function of energy and temperature, which enters into the canonical distribution exponent, is replaced by the product of 4 vectors $\vec{P} \vec{a}$ where \vec{P} is a 4-momentum and \vec{a} is a vector characterizing the irradiating subsystem. The comparison is made with the experimental data obtained in an exposure of the JINR 100-cm hydrogen bubble chamber to π^- -mesons of 5 GeV/c. Reactions of the type $\pi^- p \rightarrow \Lambda + \text{everything}$ are analysed. The interaction picture in which the statistical subsystem is moving as the whole, suggested by the model, does not contradict the experimental data.

В последнее время наблюдается возрастание интереса к статистическим моделям множественной генерации частиц /1,2/. Релятивистское обобщение /3/ является следующим этапом в разработке этих моделей.

Обобщение предполагает, что функция энергии и температуры, стоящая в экспоненте канонического распределения, должна быть заменена скалярным произведением 4-векторов $\vec{P} \vec{a}$, где \vec{P} - 4-импульс, а \vec{a} - некоторый вектор, характеризующий излучающую подсистему. В таком подходе удается единым образом описать образование статистической системы и переносное движение подсистемы, распад которой рассматривается. Подобное описание аналогично модели Хагедорна /4/ и 2-температурной модели Вайланда-Ройнишвили /5/. Однако в отличие от них здесь нет необходимости вводить эмпирическую весовую функцию распределения по скоростям, что позволяет привести все результаты в аналитическом виде и более естественно определить температуру.

Для упрощения этой модели предполагается, что движение статистической подсистемы осуществляется, в основном, вдоль оси столкновения. Тогда вектор \vec{a} имеет только две отличные от нуля компоненты, которые простым образом выражаются через температуру системы T и скорость β

$$a_0 = \frac{1}{T \sqrt{1 - \beta^2}}; \quad a_{||} = \frac{\beta}{T \sqrt{1 - \beta^2}} \quad /1/$$

Если взять фазовый интеграл R_n для системы n частиц и выполнить преобразование Лапласа по суммарному 4-импульсу системы \vec{P} , т.е. перейти к каноническому распределению

$$\Phi_n(\alpha) = \int d^4\vec{P} \exp(-\alpha \vec{P}) R_n = \int d^4\vec{P} \exp(-\alpha \vec{P}) \int \prod_{j=1}^n d^4\vec{p}_j \cdot \delta(\vec{p}_j^2 - m_j^2) \delta^4(\vec{P} - \sum_{j=1}^n \vec{p}_j) = \prod_{j=1}^n \int d^4\vec{p}_j \exp(-\alpha \vec{p}_j) \delta(\vec{p}_j^2 - m_j^2), \quad /2/$$

то, с учетом /1/, имеем:

$$\Phi_n(\alpha) = [4\pi \int \frac{dp_{||} dp_{\perp}^2}{\sqrt{p^2 + p_{\perp}^2 + m^2}} \exp\left(\frac{\beta p_{||} - \sqrt{p_{||}^2 + p_{\perp}^2 + m^2}}{T \sqrt{1 - \beta^2}}\right)]^n = [4\pi m T K_1\left(\frac{m}{T}\right)]^n, \quad /3/$$

где $K_\nu(z)$ - функция Бесселя $\nu = 0, 1, 2, \dots$. Из этой величины можно получить все основные термодинамические величины, характеризующие данную подсистему.

Импульсные распределения вычисляются аналогично фазовому интегралу. Так, в частности, имеем

$$\frac{dN}{dp^*} = \frac{p^*}{\sqrt{p^{*2} + m^2}} \exp\left(-\frac{\sqrt{p^{*2} + m^2}}{T \sqrt{1 - \beta^2}}\right) \operatorname{sh}\left(\frac{p^* \beta}{T \sqrt{1 - \beta^2}}\right)$$

$$\frac{dN}{dp_{||}^*} = \exp\left(\frac{\beta p_{||}^* - \sqrt{p_{||}^{*2} + m^2}}{T \sqrt{1 - \beta^2}}\right)$$

$$\frac{dN}{dp_{\perp}^2} \sim K_0\left(\frac{\sqrt{p_{\perp}^2 + m^2}}{T}\right) \quad /4/$$

$$\frac{dN}{d|t|} \sim (|t| - 4m^2) K_2\left(\frac{\sqrt{2|t| - 8m^2}}{T}\right).$$

Приведем также распределения по продольной быстрой и углу вылета

$$\frac{dN}{dy} \sim \left(\frac{m}{T} \operatorname{ch} y \cdot \operatorname{ch} v + 1\right) \exp\left[\frac{m}{T} \operatorname{sh}(v - y)\right]$$

/5/

$$\frac{dN}{d \cos \theta^*} \sim K_2(z) \frac{1 + \beta^2 \cos^2 \theta^*}{1 - \beta^2 \cos^2 \theta^*} - K_0(z) + \frac{1}{2} \left(1 + \frac{m}{T z}\right) \exp(-z),$$

где

$$v = \frac{1}{2} \ln \frac{1 + \beta}{1 - \beta}; \quad z = \frac{m}{T} \frac{\sqrt{1 - \beta^2 \cos^2 \theta^*}}{\sqrt{1 - \beta^2}}.$$

Сравнение производится с экспериментальными данными, полученными при облучении 100-сантиметровой жидководородной камеры ОИЯИ /6-8/ в пучке π^- -мезонов с импульсом 5 ГэВ/с. Анализируются процессы с рождением странных частиц типа $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + \text{все}$. Энергия, при которой выполнен эксперимент, удобна тем, что позволяет использовать статистическое описание и изучать распадающуюся подсистему в конечных состояниях с определенным числом частиц. Это дает возможность экспериментально определить параметр модели, в частности, параметр β . Значения параметра приведены в табл. 1.

Таблица 1

n	$n = 2$	$n = 3$	$n = 4$	$n = 5$	$n = 6$	среднее
β	$0,93 \pm 0,10$	$0,80 \pm 0,10$	$0,70 \pm 0,10$	$0,35 \pm 0,10$	$0,20 \pm 0,10$	$0,70 \pm 0,10$

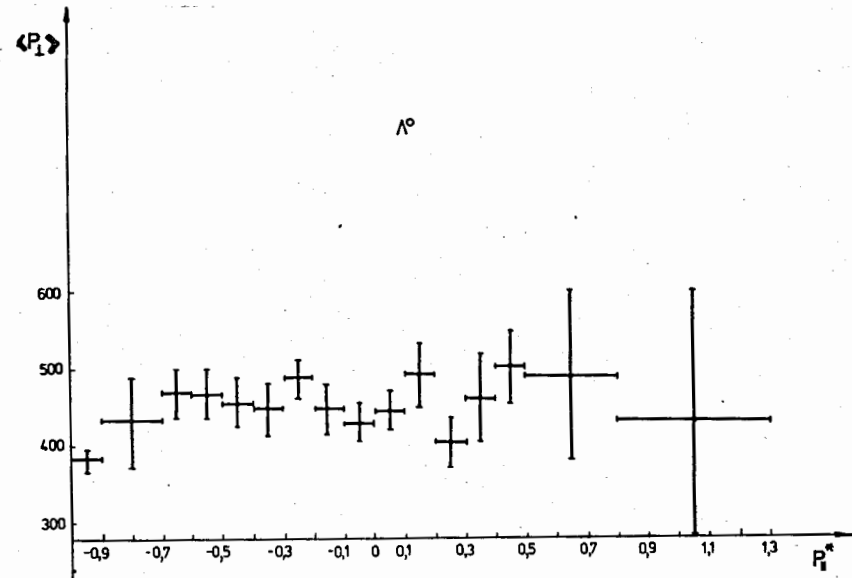


Рис. 1. Зависимость среднего поперечного импульса $\langle p_{\perp} \rangle$ от p_{\parallel}^* для Λ -гиперона из реакции $\pi^- p \rightarrow \Lambda + \text{все}$.

Температура выбрана равной критической температуре Померанчука $T_0 = m_{\pi}$. Для проверки предположения о чисто продольном движении подсистемы была исследована зависимость между средними поперечными и продольными импульсами /рис. 1/. Отсутствие существенной корреляции между ними свидетельствует о справедливости данного предположения.

Сравнение с экспериментом показывает /см. рис. 2-7/, что предложенная картина взаимодействия, в которой статистическая подсистема движется как целое, не противоречит экспериментальным данным. Для более детальных выводов необходимо повышение точности эксперимента, а также некоторая модификация модели, с более эффективным учетом динамики взаимодействия.

В заключение авторы благодарят всех сотрудников, принимавших участие в работе на ранних этапах эксперимента.

Рис. 2. Угловое распределение Λ -гиперонов в системе центра масс реакции.

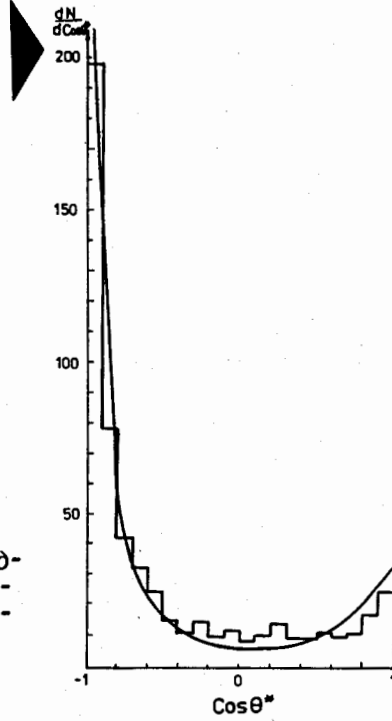


Рис. 3. Распределение по квадрату четырехмерного переданного импульса для Λ -гиперонов.

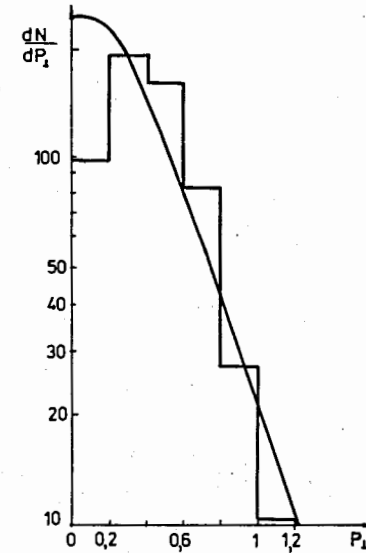
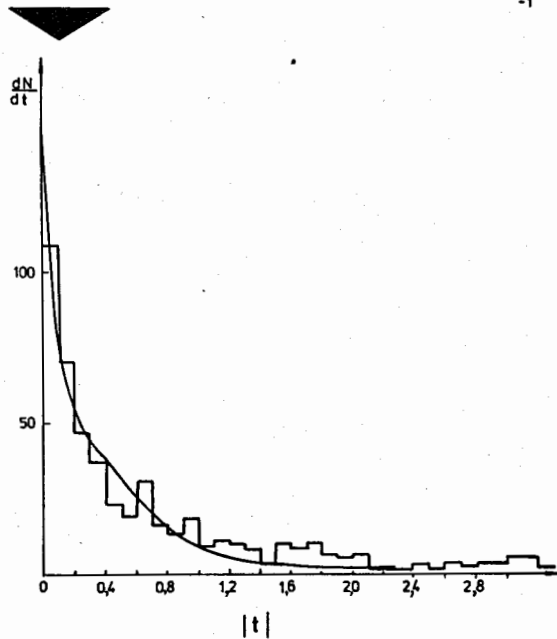


Рис. 4. Распределение по поперечному импульсу для Λ -гиперонов.

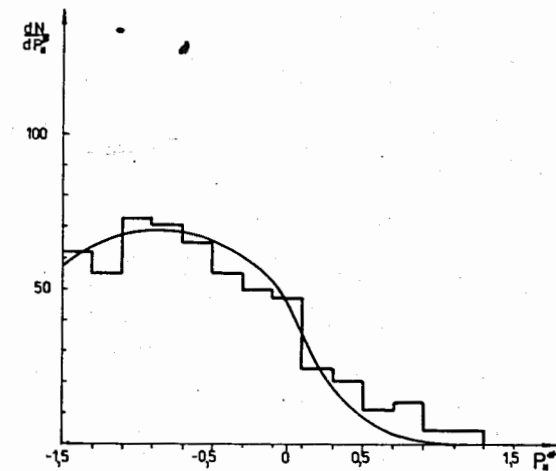


Рис. 5. Распределение по продольному импульсу в с.ц.м. для Λ -гиперонов.

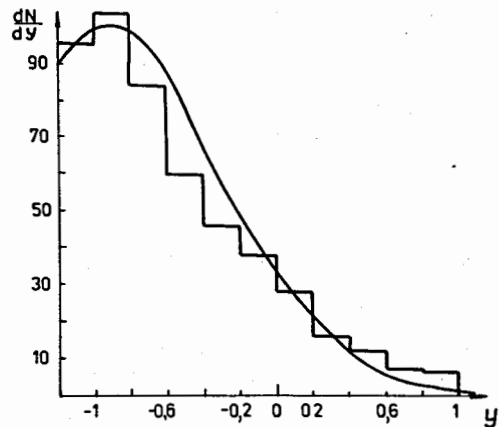


Рис. 6. Распределение по $y = 1/2 \ln \frac{E^* + P_{||}^*}{E^* - P_{||}^*}$ для Λ -гиперонов.

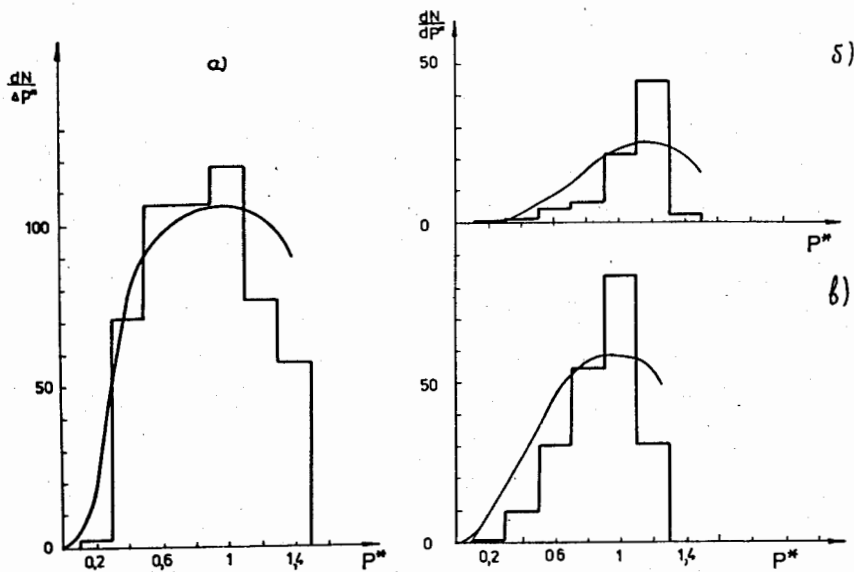


Рис. 7. Распределение по импульсу в с.ц.м. для Λ -гиперонов: а/ для всех Λ -гиперонов из реакции $\pi^- p \rightarrow \Lambda + \dots$; б/ для Λ -гиперонов из реакции с тремя частицами в конечном состоянии; в/ для Λ -гиперонов из реакций с четырьмя частицами в конечном состоянии; г/ для Λ -гиперонов из реакции с пятью частицами в конечном состоянии; д/ для Λ -гиперонов из реакции с шестью частицами в конечном состоянии.

Литература

1. Е.Л.Файнберг. УФН, 104, 539/1971/.
2. E.L.Feynberg. Phys.Report, 5C, 239 (1972).
3. N.K.Dushutin, V.M.Maltsev. JINR, E2-7276, Dubna, 1972.
4. K.G.Wilson. Preprint CLNS-131 (1970).
5. Н.К.Душутин, В.М.Мальцев. ОИЯИ, P2-6137, Дубна, 1971.
6. R.Hagedorn. Suppl. Nuovo Cim., 3, 147 (1965).
7. Н.Н.Ройнишвили. Конференция по космическим лучам. Тбилиси, 1971. Наука, Москва /1972/.
8. Y.R.Wayland, T.Bowen. N.C., 48A, 663 (1967).

6. A. V. Belonogov, A. A. Belushkina, R. Vinaver et al. *Nucl. Inst. and Meth.*, 20, 114 (1963).
7. В.В.Глаголев, Е.Н.Кладницкая, А.А.Кузнецов и др. ОИЯИ, 1-7884, Дубна, 1974.
8. В.В.Глаголев, Н.К.Душутин, Е.Н.Кладницкая и др. ОИЯИ, P1-8147, Дубна, 1974.

Рукопись поступила в издательский отдел
6 марта 1975 года.

Глаголев В.В., Душутин Н.К., Кузнецов А.А.,
Мальцев В.М., Пестова Г.Д., Сабэу М.

P1 - 8665

Релятивистское обобщение статистической модели для
полуинклюзивных процессов с участием странных частиц

Рассматриваются релятивистская статистическая модель для полу-
инклюзивных процессов.

Сообщаются результаты сравнения обобщенной статистической мо-
дели с экспериментом. Анализируется реакция $\pi^- + p \rightarrow \Lambda + \text{все}$ при
импульсе налетающего π^- -мезона 5 ГэВ/с.

Работа выполнена в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ.

Препринт Объединенного института ядерных исследований
Дубна 1975

Glagolev V.V., Dushutin N.K., Kuznetsov A.A., P1 - 8665
Maltsev V.M., Pestova G.D., Sabeu M.

Relativistic Generalization of Statistical
Model for Semi-Inclusive Processes with
Strange Particles

See the Summary on the reverse side of the title-page.

Preprint of the Joint Institute for Nuclear Research
Dubna 1975