

7.3
ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики

3

К-64

P-259

Г.И. КОПЫЛОВ

МОДЕЛИРОВАНИЕ РР-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ 10 БЭВ

ЖЭТФ, 1959, т 36, в 5, с 1598-1599.

Г. Дубна, 1958 год

А Н Н О Т А Ц И Я

Описана упрощенная методика численного моделирования реакций с 5-6 вторичными частицами на основе изобарной модели множественного рождения. Публикуется таблица случайных звезд для pp -взаимодействия при 10 БэВ , содержащая 201 звезду в системе центра масс и в лабораторной системе отсчета.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Лаборатория теоретической физики

P-259

Г.И. КОПЫЛОВ

3
K-64

МОДЕЛИРОВАНИЕ PP-ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПРИ 10 БЭВ

Объединенный институт
ядерных исследований
БИБЛИОТЕКА

Г. Дубна, 1958 год

и-258

В [1] описан метод составления таблицы случайных звезд. Он рассчитан на пользование электронной счетной машиной. С целью изучения возможностей метода была предпринята попытка составления таблицы ручным счетом. Это удалось сделать для реакции $p-p$ взаимодействия при 10 Бэв, основываясь на следующих предположениях: α) считается справедливой изобарная модель множественного рождения; β) не учитываются реакции более чем с 6 вторичными частицами; γ) масса π -мезона в некоторых случаях считается равной нулю.

В настоящей статье после изложения упрощенной методики составления таблицы случайных звезд публикуется сама таблица. Она содержит в себе 201 звезду.

Сопоставление таблицы с экспериментальными данными и ее статистическая проверка будут проведены в отдельной работе.

Все обозначения взяты из [1]

I. Основные формулы

Предварительные расчеты показали, что изложенная в [1] методика составления таблицы при наличии более 4 вторичных частиц становится малоэффективной для ручного счета. Необходимость чересчур частой браковки совокупностей компонент импульсов, которые не удовлетворяют неравенствам (2.18), приводит к обилию бесполезных вычислений. Путь повышения эффективности методики заключается в уменьшении количества ограничений на импульсы частиц. Так, напр., при наличии 5 вторичных частиц по методике бра-

ковки неравенство (2.18) проверяется дважды - после розыгрыша импульсов второй и третьей частицы. Вместо этого можно ограничиться однократной браковкой, после розыгрыша импульса второй частицы. Импульс третьей частицы следует попытаться разыграть прямым методом (метод В из [I]). Прямой метод более громоздок, нежели метод браковки, но зато не требует браковки (отбрасывания) уже разыгранных значений компонент импульса.

Прямой метод удастся применить к розыгрышу импульсов, лишь воспользовавшись предположениями $\alpha)$ и $\gamma)$. Перейдем к выводу соответствующих формул.

Исходим из формулы для статистического веса системы из n частиц

$$S_n(E, \vec{P}) = \int d\vec{p}_1 d\vec{p}_2 \dots d\vec{p}_{n-2} S_2(E_{n-1}, \vec{P}_{n-1}) \quad (1)$$

где (см. (2.25))

$$S_2 = \frac{4}{3} \pi p_{n-1}^* \frac{3 E_{n-1}^* E_n^* E_{n-1}^2 - p_{n-1}^{*2} p_{n-1}^2}{M_{n-1}^3} \quad (2)$$

Запишем (1) в виде цепочки рекуррентных формул

$$S_{\nu+1}(E_{n-\nu}, \vec{P}_{n-\nu}) = \int d\vec{p}_{n-\nu} S_\nu(E_{n-\nu+1}, \vec{P}_{n-\nu+1}), \quad (3)$$

где принято $E_1 = E$, $\vec{P}_1 = \vec{P}$, а ν пробегает целые значения от $\nu = 2$ до $\nu = n-1$ включительно. Пределы интегрирования в

(3) особенно просто расставить, если $m_{n-\nu} = 0$. В этом случае

(3) удобно записать так:

$$S_{\nu+1}(E_{n-\nu}, \vec{P}_{n-\nu}) = 2\pi \int_{-1}^1 d\eta_{n-\nu} \Lambda_{\nu}(E_{n-\nu}, \vec{P}_{n-\nu}, \eta_{n-\nu}), \quad (4)$$

где

$$\Lambda_{\nu} = \int_0^{P_{\nu}} \rho_{n-\nu}^2 S_{\nu}(E_{n-\nu} - e_{n-\nu}, \vec{P}_{n-\nu} + \vec{P}_{n-\nu}) d\rho_{n-\nu}, \quad (5)$$

а

$$P_{\nu} = \frac{M_{n-\nu}^2}{2(E_{n-\nu} + P_{n-\nu} \eta_{n-\nu})} \equiv \frac{M_{n-\nu}^2}{2u_{n-\nu}} \quad (6)$$

Пусть каким-то образом осуществлено распределение по $\rho_1, \dots, \vec{P}_{n-\nu+1}$ с требуемой плотностью $S_{\nu+1}$. Тогда из (4) следует, что $\Lambda_{\nu}(E_{n-\nu}, \vec{P}_{n-\nu}, \eta_{n-\nu})$ представляет собой (ненормированную) плотность распределения по $\vec{P}_1, \dots, \vec{P}_{n-\nu-1}, \eta_{n-\nu}$. Из (5) же следует, что плотность распределения по $\vec{P}_1, \dots, \vec{P}_{n-\nu-1}, \eta_{n-\nu}, \rho_{n-\nu}$ есть $\rho_{n-\nu}^2 S_{\nu}(E_{n-\nu+1}, \vec{P}_{n-\nu+1})$.

В дальнейшем через α будем обозначать случайные числа, равномерно распределенные в $(0,1)$. Пользуясь прямым методом осуществления распределений с данной плотностью (см. [1], стр.8), получим для розыгрыша $\eta_{n-\nu}$ уравнение

$$2\pi \int_{-1}^{\eta_{n-\nu}} d\eta_{n-\nu} \Lambda_{\nu} = 2\pi \alpha \int_{-1}^1 d\eta_{n-\nu} \Lambda_{\nu} \equiv \alpha S_{\nu+1}, \quad (7)$$

а для розыгрыша $\rho_{n-\nu}$ - уравнение

$$\int_0^{p_{n-\nu}} dp_{n-\nu} \cdot p_{n-\nu}^2 S_\nu = \alpha \int_0^{\Pi_\nu} dp_{n-\nu} \cdot p_{n-\nu}^2 S_\nu \equiv \alpha \Lambda_\nu \quad (8)$$

Введем еще следующие обозначения:

$$E_{n-\nu} + P_{n-\nu} \eta_{n-\nu} = U_{n-\nu} \quad (9)$$

$$2\pi \int \Lambda_\nu d\eta_{n-\nu} = \bar{\Lambda}_\nu(\eta_{n-\nu}), \quad (10)$$

$$\int dp_{n-\nu} \cdot p_{n-\nu}^2 S_\nu = \bar{S}_\nu(p_{n-\nu}, \eta_{n-\nu}) \quad (11)$$

(в (10) и (11) среди аргументов Λ_ν и S_ν опущены $E_{n-\nu}$ и $P_{n-\nu}$).

Тогда уравнения (7) и (8) окончательно могут быть переписаны в виде:

$$\bar{\Lambda}_\nu(\eta_{n-\nu}) = \alpha \bar{\Lambda}_\nu(1) + (1-\alpha) \bar{\Lambda}_\nu(-1), \quad (7')$$

$$\bar{S}_\nu(p_{n-\nu}, U_{n-\nu}) = \alpha \bar{S}_\nu(\Pi_\nu, U_{n-\nu}). \quad (8')$$

Чтобы пользоваться формулами (7') и (8') для розыгрыша $\eta_{n-\nu}$ и $p_{n-\nu}$, надо знать конкретный вид функций $\bar{\Lambda}_\nu$ и \bar{S}_ν .

Дадим соответствующие выражения для $\nu=2$ и $\nu=3$ в предположении $m_{n-1} = m_n = 0$. Тогда исходная формула - выражение для S_2 имеет вид:

$$S_2 = \frac{\pi}{6} (3E_{n-1}^2 - P_{n-1}^2) \quad (12)$$

$\nu = 2$. Полагаем $m_{n-2} = 0$. Из (II) и (I2) получим

$$\bar{S}_2(p, u) = \frac{\pi}{6} \left(\frac{2E^2 + M^2}{3} - \frac{2E + u}{2} p + \frac{2}{5} p^2 \right) p^3 \quad (I3)$$

(при величинах без индекса всюду подразумевается индекс $n-2$).

Из (5) тогда следует

$$\Lambda_2(\eta) \equiv \bar{S}_2(\Pi_2, u) = \frac{\pi}{6} \left(\frac{8E^2 + M^2}{12} - E \Pi_2 + \frac{2}{5} \Pi_2^2 \right) \Pi_2^3 \quad (I4)$$

а из (I0):

$$\bar{\Lambda}_2(\eta) = \frac{\pi^2 M^2}{3 \cdot 2P} \left(\frac{8E^2 + M^2}{24} - \frac{E \Pi_2}{3} + \frac{\Pi_2^2}{10} \right) \Pi_2^2 \quad (I5)$$

Наконец, из (4) получается

$$S_3(E, P) \equiv \bar{\Lambda}_2(1) - \bar{\Lambda}_2(-1) = \frac{\pi^2}{240} E M^2 (7E^2 - 3P^2). \quad (I6)$$

$\nu = 3$. В том же порядке, что и для $\nu = 2$, получается ($m_{n-3} = 0$).

(При величинах без индекса всюду подразумевается индекс $n-3$):

$$\bar{S}_3(p, u) = \frac{\pi^2}{240} \left\{ \frac{EM^2(4E^2 + 3M^2)}{3} - \frac{3M^2(M^2 + 4E^2) + 4uE(3M^2 + 2E^2)}{4} p + \right.$$

$$\left. + \frac{12}{5} [EM^2 + (2E^2 + M^2)u + Eu^2] p^2 - \frac{2}{3} (M^2 + 6Eu + 3u^2) p^3 + \frac{8}{7} up^4 \right\} p^3; \quad (I7)$$

$$\Lambda_3(\eta) = \frac{\pi^2}{240} \cdot \frac{M^2}{2} \left[\frac{(10E^2 + 3M^2)E}{15} - \frac{12E^2 + M^2}{10} \Pi_3 + \right.$$

$$\left. + \frac{4}{5} E \Pi_3^2 - \frac{4}{21} \Pi_3^3 \right] \Pi_3^3; \quad (I8)$$

$$\bar{\Lambda}_3(\eta) = \frac{\pi^3}{120} \frac{M^4}{20P} \left(\frac{10E^2 + 3M^2}{6} E - \frac{12E^2 + M^2}{6} \Pi_3 + E \Pi_3^2 - \frac{4}{21} \Pi_3^3 \right) \Pi_3^2; \quad (I9)$$

$$S_4(E, \vec{P}) = \frac{\pi^3}{2 \cdot 8!} M^4 (33E^4 - 18E^2 P^2 + P^4). \quad (20)$$

Формулы для произвольного ν можно получить тем же методом, каким в [2] получена формула для $S_\nu(E_{n-\nu+1}, 0)$. Однако получающиеся выражения слишком громоздки, мы их приводить здесь не будем. Выпишем лишь формулу для $S_\nu(E_{n-\nu+1}, \vec{P}_{n-\nu+1})$ (индекс $n-\nu+1$ опущен):

$$S_\nu(E, \vec{P}) = - \frac{(2\pi)^{\nu-1}}{(2\nu-1)!} \frac{1}{2} \frac{d}{dP^2} \sum_{m=0}^{2\nu+1} \frac{(2\nu+m-1)!}{(2\nu-m-1)! (\nu+m-1)! (2m)!!} \times \\ \times \left[(E-P)^{\nu+m-1} - (-1)^{2\nu-m-1} (E+P)^{\nu+m-1} \right] P^{2\nu-m-1} \quad (21)$$

Ниже понадобятся величины максимума функции

$$\Phi_\nu = S_\nu \prod_{i=1}^{n-\nu} p_i^2 \quad (22)$$

на множестве допустимых значений $p_1, \dots, p_{n-\nu}; \vartheta_2, \dots, \vartheta_{n-\nu}$. Так как Φ_ν зависит от $\vartheta_2, \dots, \vartheta_{n-\nu}$ только через $P_{n-\nu+1}^2$, то одно из уравнений, определяющих положение максимума, имеет вид

$$P_{n-\nu+1} = 0 \quad (23)$$

Отсюда, кстати, следует, что существует бесконечное множество значений ϑ_i , на которых Φ_ν достигает максимума.

С другой стороны, Φ_ν зависит от $p_1, \dots, p_{n-\nu}$ как через величины $E_{n-\nu+1}$, $\vec{P}_{n-\nu+1}$, так и непосредственно.

Это приводит к следующей системе уравнений:

$$\frac{p_1^2}{e_1} = \frac{p_2^2}{e_2} = \dots = \frac{p_{n-\nu}^2}{e_{n-\nu}} = \frac{2}{3\nu-4} E_{n-\nu+1} \quad (24)$$

Решать ее удобно методом итераций. Приняв в качестве нулевого приближения, к примеру, ее решение при $m_1 = \dots = m_{n-\nu} = \frac{1}{n-\nu} \sum_1^{n-\nu} m_i$, т.е. положительный корень $e = e^{(0)}$ квадратного уравнения

$$e^2 \left[1 + \frac{2(n-\nu)}{3\nu-4} \right] - \frac{2}{3\nu-4} E e - \frac{1}{n-\nu} \sum_1^{n-\nu} m_i = 0, \quad (25)$$

вычисляют

$$\tilde{\chi}_i = \frac{p_i^2}{e_i} - \frac{2}{3\nu-4} E_{n-\nu+1}$$

при $e_i = e^{(0)}$. Тогда поправку к предыдущему приближению определяют из линейной системы

$$\sum_{j=1}^{n-\nu} \left[\frac{2}{3\nu-4} + \left(1 + \frac{m_i^2}{e_i^2} \right) \delta_{ij} \right] de_j = - \tilde{\chi}_i^{(0)}. \quad (26)$$

Обозначим корни (24) через \bar{e}_i . Величина максимума Φ , такова:

$$\Phi_{\max} = \frac{\pi^{\nu-1}}{2^{\nu-1}} (2\pi)^{n-\nu} \left(\frac{2}{3\nu-4} \right)^{n-\nu} \frac{(4\nu-4)! (2\nu-1)}{[(2\nu-1)!]^2 (3\nu-4)!} E_{n-\nu+1}^{n+2\nu-4} \prod_{i=1}^{n-\nu} \bar{e}_i \quad (27)$$

(использована формула (3.16) из [2]; $E_{n-\nu+1} \equiv E - \sum_1^{n-\nu} \bar{e}_i$)

Заметим, что с увеличением ν поверхность Φ быстро приобретает резкий пик в точке максимума. Это ограничивает эффективность предлагаемого метода.

2. Методика розыгрыша.

Формулы (13)-(16) позволяют получать 5-частичные звезды, формулы (13)-(20) - 6-частичные. Опишем подробнее процедуру розыгрыша 6-частичных звезд.

1. Разыгрываются равномерно p_1 и p_2 соответственно в $(0, \tilde{p}_{1, \max})$, $(0, \tilde{p}_{2, \max})$ и η_2 в $(-1, +1)$. Оставляют лишь такие тройки чисел p_1, p_2, η_2 , для которых $M_3 \geq \mu_2$.

2. Вычисляется Φ_4 по (20), (22) и проводится сравнение Φ_4 с α -случайным числом из интервала $(0, \Phi_{4, \max})$. Оставляют лишь такие наборы p_1, p_2, η_2 , для которых $\Phi_4 \geq \alpha$.

Дальнейшая процедура розыгрыша уже производится без браковки. Поэтому вычисления по пунктам 1 и 2 повторяются, пока не получится нужное число наборов.

3. Решают уравнение (7'), куда подставлено (19), относительно Π_3 . Находят из (6) u_3 и η_3 .

4. Решают систему (8')-(17) относительно p_3 .

После вычислений по пунктам 3-4 импульс третьей частицы \vec{p}_3 целиком определен. Это дает возможность определить E_4, p_4, M_4 . Проверку неравенства $M_3 \geq \mu_3$ производить не нужно - оно должно автоматически выполняться. (Заметим, что теперь $\mu_3 = M_4 = \mu_5 = \mu_6 = 0$).

Переходят к розыгрышу компонент \vec{p}_4 .

5. Решают (7') - (15) относительно Π_2 . Вычисляют η_4 и u_4 .

6. Решают (8') - (13) относительно p_4 . Вычисляют E_5 и p_5 .

Таким образом, компоненты \vec{p}_4 определены. Розыгрыш модуля импульса p_5 производится, как указано в [I], т.е.

7. Решается уравнение (2.27), откуда находят e_5 , затем p_5 . Оставшиеся компоненты 5 и 6-ой частиц можно найти из законов сохранения энергии и импульса:

$$\eta_5 = \frac{E_6^2 - m_6^2 - p_5^2 - p_5^2}{2 p_5 p_5} = \frac{M_5^2 + m_5^2 - m_6^2 - 2 E_5 e_5}{2 p_5 p_5} \quad (28)$$

$$\vec{p}_6 = - \sum_{i=1}^5 \vec{p}_i \quad (29)$$

При розыгрыше звезд с $n=5$ пункты 3 - 4 опускают, а в пунктах 5 - 7 индексы при всех величинах уменьшают на единицу.

При розыгрыше звезд с $n=4$ после пункта 2 сразу следует 7, с уменьшением всех индексов на 2.

Розыгрыш звезд с $n=3$ приведен в [1].

Прежде чем перечислить дальнейшие действия с полученными наборами $p_1, \dots, p_{n-1}, \eta_2, \dots, \eta_{n-1}$, заметим следующее. Практически в огромном большинстве случаев после вычислений по 4 неравенство $M_4 \geq M_3$ выполняется, даже если при вычислении E_4 полагать $m_3 \neq 0$ и при вычислении M_3 полагать $m_4, m_5, m_6 \neq 0$. Так же обстоит дело с выполнением прочих подобных неравенств. Поэтому, хотя формулы предыдущего параграфа были выведены в предположении равенства нулю массы π - мезона, практически в расчетах массой π - мезона не пренебрегали. Лишь в нескольких (пяти-шести) случаях это привело к мнимым значениям M_i или к нарушению неравенств типа $M_4 \geq M_3$. В этих случаях расчет проводился вторично с $m_{n-y} = 0$. Пользование при $m_{n-y} \neq 0$ формулами, справедливыми при $m_{n-y} = 0$, очевидно, как-то исказило характеристики низкоэнергетических π - мезонов в таблице. Однако это искажение должно быть малым. В то же время условие $m_{n-y} \neq 0$ позволило избежать разнобоя в характеристиках мезонов, рожденных в реакциях с $n = 5 - 6$ и в реакциях с $n = 3 - 4$ (в последних условие $m_{n-y} = 0$ не обязательно).

Отметим также, что при пользовании изложенным методом индексы 1 и 2 следует присваивать тяжелым вторичным частицам, оставляя прочие индексы легким. Реакции более чем с двумя вторичными барионами подобным методом при помощи ручного счета разыграть не удастся.

Эффективность приведенного метода розыгрыша характеризуется таблицей I. Грубо говоря, метод позволяет сохранить при увеличении числа частиц эффективность на уровне 10%.

Перечислим дальнейшие действия с величинами $\rho_1, \rho_2, \dots, \rho_{n-1}, \eta_2, \dots, \eta_{n-1}$.

8. Разыгрываются η_k в $(-1, 1)$ и $\varphi_1, \dots, \varphi_{n-1}$ в $(0, 2\pi)$. По формулам (2.9)-(2.12) вычисляются компоненты импульсов в прямоугольной системе координат. При этом для контроля вычислений используются

формулы

$$\left. \begin{aligned} x_k^2 + y_k^2 + z_k^2 &= p_k^2, \\ X_k^2 + Y_k^2 + Z_k^2 &= P_k^2, \\ X_{k+1} &= X_k + x_k, \quad Y_{k+1} = Y_k + y_k, \quad Z_{k+1} = Z_k + z_k \end{aligned} \right\} (30)$$

9. Вычисляются по (29) прямоугольные компоненты \vec{p}_n . В качестве контрольного вычисления используется проверка выполнения закона сохранения энергии.

10. Если в реакции рождается изобар, следует еще произвести розыгрыш распада изобар. При составлении таблицы предполагалось, что: I) масса изобар постоянна и равна $1,24 \text{ бэв}/c^2$; II) продукты распада изобар распределены в пространстве изотропно. Конечно, оба эти предположения можно без труда заменить другими, более близкими к действительности.

При предположении \bar{I} характеристиками распада в системе отсчета, где изобара покоится, являются константами. Разыграв косинус η^* угла вылета нуклона равномерно в $(-1, 1)$, получим при переходе в Λ -систему продольный и поперечный импульс нуклона по формулам

$$p_{N\uparrow} = p^* \sqrt{1 - \eta^{*2}} \equiv 0,233 \sqrt{1 - \eta^{*2}},$$

$$p_{N\rightarrow} = \frac{e_{N'} p^* \eta^* + p_{N'} e_N^*}{m_{N'}} \equiv 0,188 e_{N'} \eta^* + 0,781 p_{N'}$$
(31)

(величины с индексом N' относятся к изобаре).

Отсюда просто получить угол вылета нуклона в Λ -системе относительно первоначального направления изобары (характеризуемого вектором $\{x_{N'}, y_{N'}, z_{N'}\}$). Разыграв, кроме того, азимут φ^* направления вылета нуклона равномерно в $(0, 2\pi)$, можно воспользоваться формулами (2.9) - (2.12) для получения компонент импульса нуклона в Λ -системе. Подстановка приводит к следующей последовательности формул, удобных для расчета:

$$p_N^2 = p_{N\rightarrow}^2 + p_{N\uparrow}^2; \quad R_{N'}^2 = x_{N'}^2 + y_{N'}^2; \quad (32_{I-2})$$

$$u = \frac{x_{N'}}{p_{N'}}; \quad v = \frac{y_{N'}}{p_{N'}}; \quad w = \frac{z_{N'}}{p_{N'}} \cos \varphi^*; \quad \xi = \frac{x_{N'}}{R_{N'}}; \quad \zeta = \frac{y_{N'}}{R_{N'}}; \quad (33_{I-5})$$

$$\left. \begin{aligned} A_N &= w \xi - \zeta \sin \varphi^*; \\ B_N &= w \zeta + \xi \sin \varphi^*; \\ C_N &= (R_{N'} / p_{N'}) \cos \varphi^*; \end{aligned} \right\} \quad (34_{I-3})$$

Контроль : $A_N^2 + B_N^2 + C_N^2 = 1$; (35)

$$\begin{aligned} x_N &= U p_{N \rightarrow} + A_N p_{N \uparrow} ; \\ y_N &= V p_{N \rightarrow} + B_N p_{N \uparrow} ; \\ z_N &= W p_{N \rightarrow} - C_N p_{N \uparrow} ; \end{aligned} \quad (36_{I-3})$$

Контроль: $x_N^2 + y_N^2 + z_N^2 = p_N^2$

Компоненты импульса π - мезона удобно вычислять по формулам

$$\vec{p}_\pi = \vec{p}_{N'} - \vec{p}_N \quad (37)$$

Контроль: $e_N + e_\pi = e_{N'}$ (38)

11. Наконец, импульсы частиц переводятся в Λ - систему.

3. Распределение по зарядовым состояниям

В предыдущих параграфах изложена упрощенная методика розыгрыша звезд для различных реакций. Теперь только остается перечислить те реакции, которые были учтены при составлении данной таблицы, и привести использованные распределения по зарядовым состояниям.

В pp - взаимодействиях при 10 Бэв может происходить как множественное рождение π - мезонов, так и рождение анти-частиц и странных частиц. Последний процесс на фотографиях может быть отделен от остальных. Поэтому в таблицу включены лишь процессы рождения π -мезонов и антинуклонов. Статистические веса

этих процессов при $\Gamma_p \text{ или } = 10$ Бэв приведены в таблице 2. В ней использованы неопубликованные подсчеты, лежащие в основу работы [3]^х.

При составлении таблицы случайных звезд мы ограничились первыми 14 реакциями из таблицы 2, т.е. реакциями $pp \rightarrow NN \pi$, $N'N \pi$, $N'N' \pi$ ($n=1-4$) и реакциями $pp \rightarrow 3N\tilde{N}(\tilde{N}')$. Отброшенные реакции упругого рассеяния рождения более 4 мезонов и некоторые другие составляют по суммарному весу менее 4% от веса учтенных реакций.

Исходя из общей длины таблицы в 200 строк, количество строк на каждую реакцию было взято пропорционально ее статистическому весу (таблица 2). К более правильной процедуре случайного розыгрыша числа строк (см. § 3 из [1]) нельзя было прибегнуть. При этом могла появиться необходимость включить в таблицу реакции с 7 вторичными частицами, а их розыгрыш ручному счету не под силу. Таким образом, число строк на каждую реакцию не флуктуирует относительно ожидаемого по изобарной модели значения.

Каждая из реакций, включенных в таблицу, может конкретно реализоваться различными зарядовыми состояниями. Так, например, реакция $pp \rightarrow N'N \pi$ может иметь 8 реализаций: $p^+ \pi^+$, $p^+ \pi^0$, $p^0 \pi^+$, $p^0 \pi^0$, $p^- \pi^+$, $n^+ \pi^+$, $n^+ \pi^0$, $n^0 \pi^+$ (p^+ , напр., означает изобару, распадающуюся на p и π^+). Число строк на каждое зарядовое состояние разыгрывалось уже случайным образом. Статистические веса состояний подсчитывались, исходя из предположе-

^х) Автор пользуется случаем поблагодарить В. Барашенкова и В. Мальцева за предоставленные данные.

жения о равновероятности каждого изотопического состояния [4,5].
Зарядовые распределения, приведенные в [5], непригодны для таблиц случайных звезд, так как в них уже учтен распад изобар. Поэтому пришлось провести расчет зарядового распределения заново для всех реакций, где появляются изобары. Методика расчета в основном совпадает с изложенной в [5]. Она заключается в следующем.

Пусть получена формула, дающая вероятность того, что система с изотопическим спином T и его проекцией t составлена из двух подсистем: подсистемы двух нуклонов (изобар) в состоянии (T_i, t_i) и подсистемы n мезонов определенного знака.

Будем записывать ее в виде

$$(T, t) = \sum_i C_i^{(n)}(T_i, t_i; n\pi). \quad (39)$$

Здесь $C_i^{(n)}$ - вероятности (ненормированные). Чтобы отсюда получить аналогичную формулу с $(n+1)$ мезоном, достаточно предполагать запасом формул вида

$$(T, t) = \sum_k C_k^{(1)}(T_k, t_k; \pi) \quad (40)$$

для всех $T = T_i$ и $t = t_i$. Подставив (40) в (39), получим искомую формулу путем перемножения и суммирования $C_i^{(n)}$ и $C_k^{(1)}$

$$(T, t) = \sum_i C_i^{(n)} \sum_k C_k^{(1)}(T_k, t_k; (n+1)\pi). \quad (39')$$

Если к тому же иметь совокупность формул, дающих вероятность различных зарядовых состояний подсистемы NN или $N'N$ или NN' в состоянии (T_k, t_k) , то из формул типа (39') получим вероятности

различных зарядовых состояний системы из 2 нуклонов (изобар) и $(n+1)$ мезона.

Коэффициенты из формулы (40) сведены в таблицу 3. Полученные переходом от n к $n+1$ коэффициенты из (39) приводятся (для n от 1 до 4) в таблице 4. Таблица 5 содержит вероятности того, что подсистемы (T, t) находятся в различных зарядовых состояниях. Подстановка коэффициентов из таблицы 5 в таблицу 4 дает относительные (ненормированные) вероятности различных зарядовых состояний. Они даны в таблице 6. Последняя использовалась для розыгрыша распределения по зарядовым состояниям внутри каждой реакции (по методике §3 I).

В соответствии с результатами розыгрыша в каждой случайной звезде вычеркивались данные, относящиеся к нейтральным частицам.

4. Таблица случайных звезд

В публикуемой таблице содержатся данные, относящиеся лишь к заряженным частицам. Звезды в ней перетасованы случайным образом. В таблице приводятся следующие данные о звездах: наблюдаемые частицы (p - протон, \pm - π^\pm), компоненты импульса в с.ц.м. (p_x^*, p_y^*, p_z^*) , импульс p^* в с.ц.м., Z - компонента импульса p_z и импульс p в Λ - системе. Считается, что с.ц.м. движется вдоль оси Z Λ - системы. В расчетах было принято, что налетающие протоны имеют кинетическую энергию $T=10$ Бэв, масса нуклона взята равной $0,94 \text{ Бэв}/c^2$, масса мезона $-0,14 \text{ Бэв}/c^2$. Цифры приведены в Мэв/с. Точность до 1 Мэв/с для величин, меньших 1000, и 10 Мэв/с для величин, больших 1000 (в расчетах

точность была 4 - 5 знаков). Случайные числа при составлении таблицы брались из [6].

Вычисления были проведены в расчетном бюро ОИЯИ А.В.Модестовой, Н.В.Деминой, Л.А.Шустровой, Л.А.Исаевой.

Автор пользуется случаем выразить им свою благодарность.

Литература

- 1 Г.И.Копылов, *ЖЭТФ*, **6**(12) (1958) (в печати); препринт ОИЯИ, Р - 205 (1958); Д.Н.Благовещенский, Г.И.Копылов, препринт ОИЯИ, Р - 213 (1958).
- 2 R.N.Milburn, *Rev.Mod.Phys.*, **27**, 1 (1955).
- 3 В.С.Барашенков, Б.М.Барбашов, Э.Г.Бубелев "Статистическая теория множественного рождения", препринт ОИЯИ; В.С.Барашенков, В.М.Мальцев, препринт ОИЯИ, Р - 98 (1957).
- 4 E.Fermi, *Phys.Rev.*, **92**, 452 (1933); **93**, 1434 (1954).
- 5 С.З.Беленький, А.М.Никишев, В.М.Максименко, И.Л.Розенталь, *УФН*, **62**, № 2, 1 (1957)
- 6 "A Million of Random Digits", Wiley Publ. in Statistics.

ТАБЛИЦА

СЛУЧАЙНЫХ ЗВЕЗД

номер частица	случайных звезд						номер частица	звезд					
	P _x *	P _y *	P _z *	P _x *	P _y *	P _z *		P _x *	P _y *	P _z *	P _x *	P _y *	P _z *
1. p	+ 54	- 41	+ 397	403	3360	3360	12. p	- 410	+ 224	- 417	626	1560	1630
+	+ 655	+ 271	- 404	816	892	1140	+	- 150	+ 11	+ 309	344	1630	1640
2. p	- 298	- 19	+ 132	326	2630	2640	-	- 230	- 343	- 319	522	446	607
-	+ 98	- 12	- 200	223	104	143	+	- 223	- 249	- 540	630	130	359
-	+ 89	- 153	- 199	266	194	263	13. p	- 418	- 907	+ 386	1071	4260	4370
+	- 245	- 349	+ 511	665	2850	2880	+	- 50	- 64	- 168	186	116	142
+	- 455	+ 199	+ 66	501	1370	1450	+	+ 7	- 248	- 170	301	339	420
+	+ 881	+ 280	- 400	1007	1340	1630	-	- 105	+ 439	+ 320	553	2120	2170
3. p	- 234	- 177	+ 48	298	2400	2410	-	+ 161	+ 41	+ 227	281	1300	1310
-	- 77	+ 73	- 78	132	248	270	+	+ 423	+ 231	+ 176	513	1670	1740
+	+ 45	+ 98	- 4	108	239	262	14. p	- 493	- 527	- 246	762	2170	2290
+	- 90	+ 165	- 10	188	408	449	-	- 270	+ 93	+ 44	290	854	901
4. p	- 653	- 1143	+ 206	1332	4280	4480	+	+ 543	- 73	- 14	548	1270	1380
+	- 135	- 50	- 170	223	179	230	+	+ 171	- 4	- 3	171	387	423
5. p	+ 136	+ 263	- 191	352	1840	1860	15. p	+ 348	- 274	+ 451	632	3750	3770
+	- 40	- 84	- 973	977	- 205	225	p	- 291	+ 45	+ 634	699	4290	4300
6. p	- 1367	- 342	- 33	1410	3820	4080	+	+ 111	+ 75	- 142	195	197	238
+	- 60	+ 84	- 138	172	166	195	-	- 509	- 414	- 138	670	1230	1400
-	+ 253	+ 562	- 5	617	1450	1580	16. p	- 1196	+ 296	+ 594	1367	5320	5460
+	+ 325	+ 113	+ 165	382	1350	1390	+	- 95	+ 134	+ 345	382	1810	1810
7. +	+ 111	+ 88	- 248	286	112	181	-	+ 130	- 367	- 152	418	635	745
+	- 266	+ 272	- 546	666	198	429	+	+ 196	+ 110	- 310	383	161	277
8. p	+ 530	- 454	+ 191	724	3220	3290	17. p	- 823	- 438	- 770	1209	1600	1850
p	+ 668	+ 507	+ 140	850	3280	3380	-	+ 347	- 61	+ 168	390	1380	1420
-	- 153	- 169	+ 28	230	691	728	+	+ 326	+ 3	+ 67	333	1000	1060
+	- 467	- 304	+ 578	803	3330	3380	+	- 726	- 298	- 045	786	1730	1900
9. p	- 1060	+ 531	- 778	1418	1970	2300	18. +	+ 129	+ 783	+ 431	903	3190	3290
+	+ 247	- 357	+ 365	567	2260	2310	+	- 318	+ 139	+ 508	615	2740	2760
-	+ 707	+ 309	+ 117	780	2120	2260	19. p	- 899	- 855	+ 1627	2046	9290	9370
+	+ 2	- 77	- 198	212	90	118	+	+ 147	+ 76	- 170	237	206	264
10. p	- 306	+ 117	- 110	346	2030	2060	20. p	- 652	+ 1133	+ 1184	1764	7590	7700
+	- 54	- 18	- 336	341	4	57	+	+ 66	- 494	- 1092	1201	43	501
-	+ 51	- 186	+ 797	820	3920	3930	21. p	- 710	+ 151	- 602	944	1560	1720
+	+ 336	- 327	+ 179	502	1650	1720	p	- 191	- 426	+ 478	668	3860	3890
11. p	- 122	+ 241	- 12	270	2230	2240	+	+ 79	+ 180	- 155	250	272	336
+	- 138	- 25	- 275	309	90	167	+	- 205	- 238	+ 494	585	2630	2650
-	+ 688	- 441	+ 15	816	1950	2110	-	+ 714	- 20	+ 142	728	2070	2190
+	+ 220	+ 348	+ 702	814	3670	3700	-	+ 313	+ 353	- 357	592	505	691

	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_x	P	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_x	P	
<u>22</u> p	+ 30	+ 694	- 170	715	2300	2400	<u>33</u> p	- 170	- 370	+ 10	407	2390	2420
+	+ 76	+ 489	+ 152	517	1620	1690	+	+ 71	+ 79	+ 917	923	4460	4460
+	- 42	+ 266	- 62	276	560	620	<u>34</u> p	+ 81	+ 736	+ 197	766	3290	3380
-	+ 510	-1493	- 69	1579	3490	3830	p	+ 55	+ 129	- 730	744	929	940
<u>23</u> p	+ 63	- 144	+ 337	372	3180	3190	<u>35</u> +	- 354	+ 174	- 38	396	876	951
+	+ 298	- 77	- 17	308	737	799	+	- 389	- 372	- 632	829	351	643
<u>24</u> p	+ 262	+ 490	+ 19	556	2570	2630	<u>36</u> +	+ 272	- 162	+ 46	320	923	976
p	+ 698	+ 109	+ 562	902	4420	4470	+	+1047	+ 752	- 550	1402	1870	2270
-	- 406	- 116	+ 14	423	1060	1140	<u>37</u> p	- 129	- 609	+ 247	670	3280	3340
+	- 258	- 213	+ 90	346	1090	1140	+	+ 206	+ 12	+ 18	207	622	655
<u>25</u> p	- 149	- 187	+ 265	357	2980	2990	-	+ 559	+ 15	- 345	657	683	883
-	+ 159	- 90	- 94	205	336	382	+	-1296	+ 262	+ 446	1395	4360	4550
+	+ 491	- 309	+ 554	802	3270	3320	<u>38</u> p	+ 315	- 496	- 95	596	2330	2400
+	- 414	+ 156	+ 112	457	1380	1450	p	- 339	- 113	+ 159	391	2750	2770
<u>26</u> p	- 39	+ 399	+ 471	618	3780	3800	+	+ 949	- 64	- 4	952	2210	2400
p	+ 607	+ 235	- 276	707	2020	2120	-	- 788	+ 965	- 166	1257	2500	2790
+	- 102	+ 188	+ 500	544	2550	2560	<u>39</u> p	-1284	- 385	- 506	1433	2680	2980
-	- 474	- 172	- 508	716	406	647	p	+ 954	+ 450	- 235	1081	4140	4280
<u>27</u> p	+ 434	- 706	- 136	840	2570	2700	+	- 64	+ 43	+ 107	132	714	718
+	+ 194	+ 82	+ 77	224	803	830	-	+ 394	- 108	+ 633	754	3360	3390
+	- 430	- 112	+ 28	446	1150	1230	<u>40</u> p	+ 2	+ 123	+ 553	566	3920	3920
-	+ 316	+ 139	+ 208	402	1500	1540	p	- 832	+ 861	- 457	1281	2520	2790
<u>28</u> +	+ 137	+ 23	+ 56	150	614	630	+	- 66	- 255	+ 224	346	1430	1450
-	+ 139	- 316	+ 45	348	978	1037	-	+ 279	- 125	+ 232	384	1530	1560
+	+ 366	+ 63	- 358	516	334	499	-	+ 309	- 282	- 645	769	181	456
+	+ 380	- 229	+ 416	608	2490	2530	+	+ 307	- 321	+ 93	454	1330	1400
<u>29</u> p	- 204	- 884	- 69	910	2840	2990	<u>41</u> p	+ 502	+1120	+ 402	1292	4700	4860
+	- 104	- 245	- 323	419	206	337	p	- 755	-1140	- 516	1464	2720	3040
<u>30</u> p	+ 709	- 883	- 622	1292	2120	2400	+	+ 201	+ 218	- 174	344	420	514
p	- 186	+ 38	- 251	315	1660	1670	+	+ 268	- 406	+ 211	530	1800	1860
+	+ 426	+ 173	+ 224	512	1790	1850	-	-109	+ 15	+ 100	148	721	729
-	- 378	+ 579	+ 573	898	3540	3600	-	- 107	+ 196	- 24	224	551	595
<u>31</u> p	+ 6	- 428	- 58	432	2240	2280	<u>42</u> p	+ 77	+ 106	- 443	462	1300	1310
-	+ 7	- 400	+ 184	440	1530	1580	-	+ 162	+ 342	+ 128	400	1300	1350
+	+ 515	- 11	- 246	571	731	894	+	-186	- 35	+ 84	208	790	812
+	- 247	+ 459	+ 391	652	2520	2570	+	- 158	- 301	+ 249	421	1650	1680
<u>32</u> p	-1180	+ 520	- 223	1308	3160	3410	-	- 37	- 220	+ 614	652	3080	3090
-	+ 461	- 448	- 160	663	1160	1330	+	+ 17	- 144	+ 148	207	948	959
+	- 111	- 83	+ 141	198	916	926							
+	+ 537	+ 228	+ 150	602	1800	1900							

	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_z	P		P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_z	P
							53 p	+ 122	+ 157	- 595	627	1110	1130
								+ - 242	- 873	- 448	1010	1230	1530
43 p	- 18	+ 18	- 572	572	1100	1100	54 p	- 406	-1413	- 870	1708	2310	2740
p	+ 351	+ 648	+ 689	1009	4910	4970	-	+ 144	+ 64	- 125	201	250	295
-	+ 265	- 101	- 316	424	236	369	+	+ 53	- 74	+ 62	111	568	575
+	+ 145	+ 184	+ 96	253	911	942	+	- 300	+ 143	+ 521	618	2770	2790
44 p	- 794	+ 1	+ 79	798	3040	3140	55 p	- 73	+ 616	+1238	1385	6980	7000
p	+ 186	+ 780	- 138	814	2520	2640	+	- 854	- 776	- 649	1324	1440	1840
-	+ 14	- 89	- 170	192	122	152	56 p	+ 495	+ 492	-1007	1225	1030	1240
+	+ 194	+ 90	- 554	593	15	214	+	- 604	+ 171	+ 859	1063	4640	4680
45 p	- 382	+ 8	+ 74	390	2530	2560	57 p	- 76	-1031	+ 466	1134	4570	4680
+	- 84	- 241	+ 138	293	1090	1120	-	- 147	+ 274	- 53	316	664	733
+	- 574	+ 552	+ 783	1117	4560	4630	+	+ 14	+ 414	+ 183	453	1560	1610
-	+ 632	- 168	- 716	970	460	799	+	+ 282	+ 225	- 702	789	85	370
46 +	- 126	+ 86	- 17	154	437	463	58 p	+ 422	+ 285	+ 274	578	3240	3280
+	- 69	- 831	- 214	861	1470	1690	+	- 799	- 588	+ 899	1339	5360	5460
47 p	+ 404	+ 372	+1017	1156	5990	6020	59 p	- 326	-1342	+ 384	1433	4920	5110
p	+ 10	- 433	- 59	437	2240	2280	p	+ 117	+ 559	- 481	746	1560	1660
+	+ 191	+ 95	- 100	236	381	436	+	+ 337	+ 481	+ 186	616	1930	2010
-	- 337	- 174	- 635	740	141	405	-	- 180	+ 693	+ 66	719	1860	1990
48 p	- 445	- 569	+ 141	736	3110	3190	60 p	+ 37	- 432	+ 145	457	2780	2810
+	+ 341	+ 308	- 521	695	326	564	+	- 201	- 30	+ 236	312	1380	1400
49 p	+ 739	+ 262	+ 20	784	2880	2980	61 p	- 622	+ 320	+ 358	786	3730	3790
p	- 51	+ 28	+ 101	117	2440	2440	+	+ 12	+ 177	- 131	221	274	327
+	+ 228	+ 75	+ 312	394	1750	1770	62 p	- 52	+ 192	+ 303	371	3090	3100
+	- 574	- 344	+ 213	703	2190	2290	p	+ 45	- 18	- 629	631	1030	1030
-	- 433	+ 28	- 560	708	258	505	-	+ 151	- 172	+ 48	246	774	807
-	+ 250	+ 210	- 72	334	656	733	+	+ 594	+ 812	- 19	1006	2300	2510
50 p	- 219	+ 372	- 392	582	1570	1620	-	- 129	- 455	+ 266	542	1960	2020
p	+ 483	- 50	- 405	632	1600	1670	+	- 610	- 359	+ 31	708	1750	1890
+	+ 116	+ 117	+ 136	214	932	946	63 p	-1063	+ 209	- 472	1181	2300	2540
-	- 330	- 424	- 682	868	316	623	+	+ 31	- 304	+ 479	568	2550	2570
51 +	- 182	+ 62	- 114	224	322	375	-	+ 8	+ 41	+ 118	125	734	735
+	+ 16	- 547	- 171	573	931	1080	+	+ 485	+ 242	+ 432	693	2720	2770
-	+ 224	+ 243	+ 262	422	1680	1720	64 p	- 290	- 563	- 62	637	2460	2540
+	- 424	+ 895	+ 372	1058	3400	3540	-	+ 365	- 249	+ 252	509	1850	1900
52 p	+ 155	+ 327	- 469	592	1380	1430	+	- 125	+ 152	+ 73	210	768	793
+	+ 49	+ 192	- 509	547	22	199	+	- 168	+ 52	- 93	199	329	373
+	- 331	- 163	+ 255	449	1720	1760	-	+ 289	+ 363	- 558	726	303	554
-	+ 613	- 383	+1208	1408	6300	6340	+	- 548	+ 235	- 164	618	1050	1210

	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_x	P	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_x	P
65. p	- 679	- 508	- 71	897	2750	2980 ⁷⁶	+1053	- 145	- 121	1070	2980	3170
+	+ 49	- 10	- 187	193	61	95 p	- 515	+ 648	- 419	928	1990	2160
-	+ 318	- 356	+ 106	488	1440	1520	- 265	- 309	+1174	1242	5830	5850
+	- 79	- 220	+ 450	507	2340	2360	- 273	- 194	- 634	717	90	346
66. p	+ 615	- 616	- 213	897	2460	2610 ⁷⁷	- 524	+ 889	+ 17	1032	3260	3420
p	- 542	- 464	- 749	1035	1340	1520	- 353	- 802	- 748	1152	798	1180
+	+ 350	+ 187	+ 373	545	2240	2270 ⁷⁸	+ 578	- 658	+ 307	928	3820	3920
-	- 151	+ 347	- 33	380	852	932	- 188	- 474	+ 683	852	3710	3740
67. p	+ 359	+ 462	- 72	590	2380	2450 ⁷⁹	+ 379	- 927	- 354	1062	2380	2580
+	- 383	+ 472	- 139	624	1130	1280 p	- 403	+ 181	+ 75	449	2590	2630
-	- 127	+ 147	+ 8	194	469	508	+ 203	- 82	+ 142	261	1040	1060
+	+ 129	+ 184	- 89	241	333	402	- 404	+ 252	+ 138	496	1540	1610
68. p	- 441	- 78	- 700	831	1135	1220	+ 249	+ 46	- 391	466	140	290
p	+ 427	+1113	+ 804	1438	5980	6100	+ 192	+ 347	- 54	400	843	932
+	- 261	- 155	- 608	679	72	312 ⁸⁰	+ 226	+ 49	+ 472	526	3670	3680
-	+ 275	- 879	+ 503	1050	3710	3820	- 92	- 370	+ 152	410	1380	1440
69. p	- 311	+ 532	- 155	636	2230	2310	+ 48	+ 6	- 957	958	- 171	178
+	- 296	- 64	- 29	304	700	763	+ 285	+ 324	- 504	664	297	523
+	+ 111	- 39	- 160	198	160	199 ⁸¹	+ 80	+ 121	+ 404	429	3400	3404
-	- 620	- 473	+ 76	783	2030	2170	+ 121	+ 174	- 123	245	341	401
70. p	- 267	+ 542	- 333	693	1840	1940	- 111	- 145	- 89	203	345	390
+	- 407	+ 293	- 103	512	966	1090	+ 238	+ 67	- 502	560	71	257
-	+ 190	- 238	+ 140	335	1100	1150	+ 283	+ 104	+ 185	362	1360	1400
+	+ 496	+ 510	+ 877	1129	4830	4890	-1037	+ 87	+ 265	1073	3160	3330
71. p	- 799	+ 84	+ 422	903	4130	4210 ⁸²	+ 864	+ 328	- 378	998	2210	2400
+	+1511	-1022	+ 7	1824	4240	4610	- 513	-1211	+1058	1707	6690	6820
72. p	+ 33	- 120	- 203	238	1730	1730 ⁸³	- 406	+ 452	+ 93	614	2820	2880
-	+ 235	- 120	+ 34	266	780	823 p	- 230	- 417	+ 543	726	4120	4140
+	+ 120	+ 155	- 283	344	147	245	+ 339	- 674	- 176	773	1370	1560
+	+ 227	+ 383	- 84	453	885	991	- 104	+ 494	- 49	507	1090	1200
73. p	+ 668	- 841	- 515	1191	2210	2450 ⁸⁴	+ 31	+ 407	- 75	415	822	918
p	- 380	- 526	- 629	904	1420	1570	- 353	+ 304	+1429	1505	7030	7100
+	- 44	+ 291	+ 560	632	2900	2920 ⁸⁵	+ 504	- 387	+ 510	867	4230	4290
-	- 245	+1076	+ 585	1249	4370	4510 p	- 779	+ 177	- 326	863	2120	2270
74. p	+ 94	+ 220	+ 224	328	2860	2870	+ 745	+ 675	- 380	1075	1540	1840
p	+ 429	- 203	+ 848	973	5250	5280	- 348	- 241	+ 475	637	2700	2730
75. p	- 26	- 191	- 356	405	1470	1480 ⁸⁶	- 484	- 118	+ 627	801	4420	4450
+	-1504	- 335	+ 327	1575	4470	4730	- 164	- 143	+ 45	222	720	752
+							+ 459	+1387	+ 105	1465	3658	3940
+							+ 63	- 128	- 63	+ 156	316	347

	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_x	P	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_x	P
87. p	+ 438	+ 372	- 294	646	1890	1980						
	+ - 7	+ 275	- 327	428	216	350						
	- - 23	+ 270	+ 84	283	940	978	98. p	- 426	- 790	- 594	1077	1800 2010
	+ + 98	- 476	+ 123	502	1510	1590		- - 33	+ 326	- 76	336	649 727
88. +	+ 611	+ 185	-1022	1205	231	679		+ + 457	+ 64	+ 575	737	3180 3210
	+ - 499	+ 462	+ 674	957	3930	3990		+ - 225	+ 35	+ 148	272	1080 1100
89. p	- 239	- 718	-1028	1277	1070	1310	99. p	- 413	- 264	+ 468	678	3850 3880
	+ + 113	+ 6	+ 457	471	2280	2290		+ - 186	+ 11	+ 475	511	2420 2430
	+ - 6	+ 363	+ 171	402	1410	1460		- + 154	+ 311	+ 123	368	1220 1270
	- - 82	+ 292	+ 54	308	919	967		+ - 120	- 972	- 447	1076	1380 1690
90. p	- 7	+ 277	- 207	346	1790	1812	100. p	+ 219	- 426	- 443	652	1530 1600
	p - 295	- 63	+ 72	311	2460	2480		- + 92	- 550	+ 202	593	1880 1960
	+ + 255	+ 155	- 240	383	338	451		+ - 52	+1246	- 439	1323	1950 2310
	- + 467	- 189	- 544	741	372	626		+ + 17	+ 312	- 48	316	602 678
	- - 274	- 229	+ 702	788	3600	3630	101. p	- 51	- 574	+ 716	919	4830 4860
	+ + 244	+ 137	+ 51	284	862	906		p + 935	+ 362	- 431	1091	2240 2450
91. p	- 288	+ 582	- 244	694	2080	2180		- - 136	- 191	+ 594	638	3000 3010
	+ + 80	+ 117	- 104	176	258	294		+ - 673	+ 282	- 824	1100	487 877
	- + 426	+ 406	+ 208	624	2000	2080	102. p	- 305	- 715	+ 0	778	2820 2920
	+ + 199	- 903	- 669	1141	988	1350		+ + 127	- 461	- 22	479	1100 1200
92. p	+ 782	- 68	+ 192	808	3340	3430		+ + 40	- 8	- 30	51	268 271
	p - 280	- 74	- 226	367	1770	1790		- + 982	+ 518	+ 383	1175	3690 3860
	+ + 19	- -17	+ 278	279	1420	1420	103. p	+ 435	- 70	- 664	797	1180 1260
	- -1217	+ 257	+ 272	1274	3640	3850		+ - 32	+ 199	- 21	203	515 553
93. p	+ 130	- 41	+ 340	366	3180	3180		- - 0	+ 180	+ 52	187	671 695
	+ + 260	- 139	+ 333	444	1910	1940		+ - 311	- 113	- 315	611	654 838
94. p	+ 439	- 328	+ 299	624	3360	3400	104. p	- 178	+ 78	+ 675	703	4400 4410
	p - 89	+ 439	- 235	506	1870	1920		+ + 120	+ 627	- 313	711	886 1090
95. p	+ 922	+ 120	+1045	1399	6320	6580	105. p	- 73	+ 196	+ 306	371	3100 3110
	+ + 30	- 6	+ 189	191	1020	1020		- + 524	- 2	+ 2	524	1260 1360
	- - 554	+ 469	- 674	990	612	949		+ + 195	+ 148	- 99	264	441 504
	+ - 165	- 312	+ 44	356	929	993		+ - 108	+ 63	+ 196	232	1120 1130
96. p	- 544	- 430	+ 493	851	4160	4220		- - 960	- 141	+ 152	982	2670 2840
	p + 108	- 437	- 684	819	1160	1240		+ - 206	- 283	- 188	397	499 609
	- - 315	- 491	+ 42	584	1490	1600	106. p	- 467	+ 121	- 70	487	2270 2320
	+ + 541	+ 811	- 11	975	2240	2450		p - 450	+ 584	+ 315	802	3640 3720
97. p	- 294	+ 89	+ 500	612	3920	3930		+ - 272	+ 168	+ 125	343	1170 1210
	p + 106	- 119	- 489	514	1240	1250		- +1372	- 784	- 624	1699	2360 2840
	+ + 124	- 248	+ 324	426	1850	1870	107. p	- 236	+ 47	- 425	488	1380 1400
	- + 908	- 189	- 767	1204	870	1270		+ - 119	- 189	+ 94	242	882 910
								+ - 51	+ 312	- 52	320	677 747
								- + 36	+ 687	+ 514	859	3300 3370

	P _x *	P _y *	P _z *	P*	P _z	P		P _x *	P _y *	P _z *	P*	P _z	P
108. p	+ 340	+ 87	- 136	377	1990	2020							
p	+ 532	+ 269	+ 348	690	3560	3610							
	+ - 210	+ 552	- 814	1006	296	660	119. p	+ 197	- 870	+ 286	937	3780	3880
	- 558	- 574	- 9	801	1850	2020		+ 291	- 96	+ 187	359	1360	1390
109. p	+ 388	- 139	- 590	720	1250	1310		- 6	+ 293	+ 738	794	3720	3730
p	+ 60	- 768	+ 322	835	3710	3790		+ - 599	+ 186	- 883	1083	299	695
	+ - 153	- 112	- 297	353	128	229	120. p	- 315	+ 392	- 339	607	1730	1800
	- 9	+ 371	- 48	374	800	882		p + 701	- 696	- 84	991	2940	3100
	- 301	+ 262	- 289	493	455	605		+ - 327	+ 837	- 23	899	2040	2230
	+ 15	+ 386	+ 903	982	4560	4580		- + 52	- 260	+ 17	266	735	781
110. p	+ 115	- 936	- 60	945	2920	3070	121. p	+ 149	- 294	+ 393	513	3460	3470
	+ 100	+ 319	- 112	353	595	682		p + 352	+ 393	+ 106	538	2770	2820
	+ 449	- 794	- 57	914	1990	2190		- 201	+ 94	+ 8	222	625	663
	+ - 252	+ 407	+ 23	480	1210	1300		+ + 238	- 248	- 929	990	- 28	345
111. p	- 170	+ 92	- 627	657	1070	1090	122. p	- 161	- 693	- 38	713	2620	2720
	+ 67	- 88	+ 74	133	631	641		+ + 275	+ 256	- 74	383	753	842
	+ 188	- 119	- 320	390	153	270	123. p	- 18	- 94	+ 241	260	2860	2860
	+ 980	- 109	- 289	1028	1670	1940		+ - 961	+ 782	+ 260	1265	3590	3800
112. p	+ 580	- 598	+ 269	875	3640	3730	124. p	- 695	+ 370	- 316	848	2130	2270
	+ - 112	- 113	+ 199	255	1170	1180		- + 30	+ 67	- 38	83	278	289
	+ 130	+ 137	- 282	340	140	235		+ - 345	- 85	+ 89	369	1130	1190
	- 536	- 188	- 498	755	520	770		+ - 747	+ 188	+ 289	814	2650	2760
113. p	- 702	+ 235	- 243	779	2210	2330	125. p	+ 941	- 829	- 389	1312	2750	3020
	+ - 311	+ 322	- 311	545	517	684		+ - 94	+ 106	+ 400	424	2040	2050
	- + 226	- 73	- 37	240	548	597	126. p	+ 570	- 390	- 348	774	938	1165
	+ - 266	- 42	- 9	269	598	656		+ - 677	+ 537	+ 881	1234	5080	5150
	- + 454	+ 136	+ 147	496	1510	1590	127. p	- 167	- 349	- 45	389	2230	2270
	+ 585	+ 169	- 12	609	1380	1500		p - 1	+ 180	+ 47	186	2330	2340
114. p	- 87	+ 440	+ 61	453	2560	2600		+ - 97	+ 158	+ 134	229	955	973
	+ 205	+ 130	+ 217	326	1360	1380		- - 572	+ 279	+ 182	662	2020	2120
	- 248	- 201	+ 73	327	1000	1060	128. p	- 844	+ 506	+ 214	1007	3720	3840
	+ 164	- 808	- 134	835	1620	1810		p - 456	+ 633	+ 678	1034	4930	4990
115. p	+ 643	+ 80	- 386	754	1810	1920	129. p	- 53	+ 124	- 30	138	2120	2120
	+ 343	+ 41	- 994	1052	- 49	349		p + 143	+ 154	+ 203	292	2780	2790
116. p	- 462	- 1287	- 353	1413	3030	3320		- + 686	- 545	+ 494	998	3570	3670
	+ - 93	- 190	+ 190	285	1210	1230		+ - 779	+ 411	- 785	1180	767	1170
117. p	+ 133	+ 564	+ 604	837	4420	4460	130. p	- 60	+ 45	- 103	127	1930	1930
	p + 333	+ 284	+ 607	748	4300	4320		p - 498	+ 357	- 87	619	2380	2460
	+ - 46	- 133	+ 24	142	522	541		+ - 459	- 13	- 86	467	910	1020
	- + 399	+ 36	- 38	402	887	973		- - 60	- 215	+ 523	569	2670	2680
118. p	+ 442	- 31	- 641	779	1210	1290		+ + 528	+ 79	+ 95	543	1530	1620
	+ - 189	+ 297	- 323	478	337	487		- + 433	- 459	- 106	639	1240	1390

	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_z	P		P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_z	P
131. +	6	-1316	+ 389	1372	4160	4360	143. +	0	-149	+ 187	239	1110	1120
+ -	28	+ 154	- 459	485	11	157	+ +	295	- 61	- 571	646	89	314
132. p	- 968	- 364	+ 240	1061	3870	4010	144. p	+ 590	- 587	+ 854	1193	5650	5710
+ +	330	- 260	+ 71	427	1210	1280	+ +	28	+ 62	- 55	88	242	251
133. p	+ 301	+ 938	+ 152	996	3540	3670	+ +	434	+ 583	- 15	728	1670	1820
- -	101	- 69	+ 78	145	1300	1310	- +	177	+ 298	- 205	403	469	583
+ +	106	- 508	- 371	637	573	773	145. p	+ 466	- 123	- 168	511	2040	2100
+ -	74	- 523	+ 696	874	3790	3830	p -	392	- 438	- 378	699	1750	1850
134. p	+ 474	+ 211	+ 128	535	2820	2870	+ +	183	+ 400	- 63	444	913	1010
+ -	116	+ 117	+ 190	252	1130	1140	+ +	274	- 69	+ 506	580	2650	2660
135. p	- 500	+ 116	+ 671	843	4600	4630	- -	273	- 100	- 233	372	333	442
+ -	185	- 447	+ 356	600	2320	2370	- -	258	+ 206	+ 601	686	3130	3140
136. p	- 318	- 265	- 614	740	1220	1280	146. p	- 168	+ 493	- 407	661	1630	1710
- -	362	+ 431	+ 176	989	1840	1920	+ +	132	+ 421	+ 186	478	1620	1680
+ -	326	- 755	- 5	822	1910	2080	- +	548	- 262	- 64	611	1280	1420
+ -	179	+ 135	+ 96	244	890	918	+ -	758	- 337	- 651	1055	817	1165
137. p	+ 244	+ 57	- 904	938	793	832	147. p	- 199	+ 501	+ 291	612	3320	3360
p -	246	+ 161	+ 651	714	4360	4370	+ -	243	-1040	-1430	1785	536	1200
+ +	311	+ 191	- 192	412	521	636	148. p	-1271	+ 219	+ 266	1306	4230	4420
- -	914	- 548	+ 178	1080	2960	3150	+ -	243	- 253	+ 618	710	3220	3240
138. -	+ 180	+ 124	+ 32	221	1684	718	149. p	+ 774	+ 140	+ 13	786	2860	2970
+ -	273	- 55	- 674	730	19	279	p -	923	+ 805	+ 234	1247	4190	4370
+ +	59	+ 241	- 117	274	418	486	+ +	636	+ 103	- 125	656	1230	1390
+ +	84	- 70	+ 35	115	513	525	- -	184	- 668	+ 99	700	1890	2020
139. p	- 447	- 347	- 274	629	1920	2000	150. p	- 376	+ 122	+ 404	566	3550	3570
+ -	100	+ 176	+ 805	830	3970	3970	- +	171	+ 141	+ 147	266	1060	1080
- +	268	- 233	- 238	427	441	566	+ +	1120	- 225	+ 361	1198	3690	3860
+ +	183	- 371	- 158	444	678	794	+ -	211	- 565	- 390	718	711	932
140. p	- 631	- 458	+ 672	1029	4910	4970	151. p	- 544	- 430	+ 493	851	4160	4220
p -	116	- 180	+ 23	215	2280	2290	p +	108	- 437	- 684	819	1160	1240
+ +	81	- 141	+ 338	375	1770	1780	- -	315	- 491	+ 42	584	1490	1600
- +	436	+ 445	+ 193	652	2030	2120	+ +	541	+ 811	- 11	975	2250	2490
141. p	+ 883	- 906	+ 458	1345	4940	5100	152. p	+ 196	- 225	+ 97	313	2530	2550
p +	271	+ 605	- 1117	1299	889	1110	+ -	82	+ 198	- 23	216	535	576
+ -	18	+ 64	+ 49	83	499	503	+ +	108	+ 531	+ 672	863	3710	3750
- -	1136	+ 237	+ 610	1311	4580	4720	- -	630	- 290	-1032	1242	289	750
142. p	- 324	+ 377	+ 163	529	2900	2940	153. p	- 862	- 708	- 156	1126	2990	3190
p +	375	- 740	- 758	1123	1470	1690	- +	106	+ 120	+ 255	301	1410	1420
+ +	182	+ 31	+ 198	230	968	985	+ +	47	+ 534	- 568	781	403	671
- +	81	- 52	+ 258	275	1360	1365	+ +	512	+ 79	+ 162	543	1700	1780

	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_z	P		P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_z	P
154. p	+ 680	+ 79	+ 134	698	3040	3110	166. p	+ 658	+ 800	+ 748	1278	5540	5640
p	- 843	- 67	+ 39	849	3020	3130	p	- 661	- 0	- 646	925	1420	1560
-	- 311	- 283	- 392	575	381	568	+	+ 227	+ 21	+ 304	380	1700	1710
+	- 281	+ 401	+ 91	498	1420	1500	-	+ 265	- 262	- 510	631	210	428
155. +	+ 337	+ 95	- 166	387	533	638	167. p	+ 217	- 81	- 375	441	1450	1470
+	- 542	- 253	- 329	683	777	980	+	- 219	+ 74	- 138	270	354	424
156. p	- 515	- 399	+ 878	1093	5530	5570	-	- 572	- 645	+ 214	888	2613	2751
+	+ 153	- 238	- 49	287	617	679	+	- 431	+ 419	+ 437	743	2840	2910
-	- 394	+ 390	- 252	609	809	980	168. p	+ 7	+ 340	+ 498	603	3830	3850
+	+ 128	- 8	+ 517	533	2570	2580	+	- 215	- 32	- 30	219	525	568
157. p	- 23	+1331	- 515	1428	2650	2960	+	- 242	- 152	+ 123	311	1100	1130
+	+ 159	+ 49	+ 13	167	536	561	-	- 536	+ 800	- 380	1035	1450	1740
-	- 298	+ 389	+ 71	496	1370	1450	169. p	+ 408	- 373	- 680	876	1250	1370
+	+ 364	- 551	+ 254	707	2300	2400	+	+ 75	+ 58	- 18	96	347	360
158. p	- 504	- 579	+ 25	768	2860	2960	+	- 510	+ 362	+ 511	807	3180	3240
+	+ 197	+ 569	+ 68	606	1610	1720	-	+ 516	+ 189	- 802	972	249	603
159. p	- 881	- 288	+ 107	933	3330	3450	170. p	- 300	+ 868	- 305	967	2340	2520
+	+ 145	+ 375	+ 41	404	1090	1160	-	- 132	+ 240	- 35	276	626	684
-	+1027	+ 271	- 22	1062	2420	2640	+	+ 129	- 674	- 53	689	1490	1640
+	- 392	- 710	+ 186	832	2420	2550	+	+ 845	- 238	+ 606	1066	4000	4100
160. p	+ 786	- 392	- 694	1119	1630	1850	171. p	-1111	-1445	- 339	1854	3950	4350
+	+ 116	+ 124	+ 46	176	635	657	p	+ 469	+ 477	+ 12	669	2690	2770
-	+ 152	+ 9	+ 94	179	762	777	-	+ 51	- 57	+ 24	80	432	439
+	- 45	+ 174	+ 961	978	4690	4700	+	+ 351	+ 281	+ 257	518	1885	1940
161. p	+ 641	- 190	- 109	677	2400	2490	172. p	+ 76	- 176	- 389	434	1410	1420
p	-1011	- 624	+ 935	1512	6460	6560	+	- 8	- 369	- 214	427	497	620
+	+ 199	+ 201	- 192	342	369	465	+	- 661	- 369	+ 246	796	2460	2570
-	- 45	+ 40	- 760	762	- 123	137	-	+ 207	+ 495	+ 96	540	1530	1620
162. p	- 79	- 412	+ 691	808	4600	4620	173. p	- 892	+ 310	- 272	982	2450	2630
-	+ 180	+ 197	+ 250	365	1530	1550	-	+ 203	+ 208	- 84	303	559	630
+	+ 120	- 32	- 360	379	32	128	+	- 43	+ 303	- 103	323	553	632
+	- 888	- 318	- 672	1158	1000	1370	+	+ 861	- 243	- 53	896	1960	2150
163. p	- 44	+ 502	- 597	781	1320	1410	174. p	+ 502	+ 618	- 609	1002	1640	1820
+	+1176	-1316	+ 327	1794	4970	5280	-	- 11	+ 39	+ 258	261	1330	1330
164. p	+ 742	+ 366	- 73	831	2710	2830	+	- 292	- 383	- 169	510	796	930
+	- 317	- 289	- 416	597	370	566	+	- 68	- 553	+ 125	571	1670	1760
-	+ 295	+ 36	+ 829	881	4140	4150	175. p	+ 520	+ 21	+ 223	567	3090	3140
+	- 618	- 140	+ 25	634	1560	1680	+	+ 457	- 109	- 52	474	1010	1110
165. p	+ 510	- 176	+ 389	665	3640	3680	-	+ 36	- 174	+ 74	192	735	756
-	+ 51	- 38	+ 202	212	1100	1100	+	- 591	- 233	- 8	636	1480	1610
+	- 368	+ 38	- 277	462	417	558							
+	- 127	- 163	- 916	939	- 114	237							

	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_z	P	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_z	P	
							186.P	+ 493	+ 881	- 288	1050	2530	2720
								- 94	- 280	+ 22	297	813	865
176.P	- 42	+ 159	- 407	438	1370	1380	+ 538	+ 5	+ 398	669	2580	2630	
	+ - 567	- 846	+ 951	1393	5620	5713	+ 76	+ 330	+ 410	532	2300	2320	
177.P	+ 74	+ 266	+ 1152	1185	6390	6390	187.P	+ 179	- 12	- 150	234	1860	1870
	+ 115	+ 369	- 678	781	126	406		+ 77	- 140	+ 121	200	867	882
178.P	- 519	+ 434	+ 257	723	3380	3450		+ 64	+ 124	- 302	333	74	158
	+ 478	+ 342	- 237	634	2020	2100		+ -1098	- 23	+ 494	1204	4040	4180
	- 424	- 17	+ 204	471	1650	1700	188.P	- 286	+ 151	- 276	425	1690	1720
	+ - 105	+ 55	+ 130	176	846	854		+ - 202	+ 50	+ 196	286	1230	1250
	- 219	- 166	- 559	623	68	283		+ - 30	- 100	+ 764	771	3730	3730
	+ 788	- 648	+ 204	1040	2940	3110		+ 159	+ 793	- 604	1009	833	1160
179.P	- 92	- 84	- 34	129	353	374	189.P	+ 140	- 90	+ 224	279	1280	1290
	+ 12	+ 559	+ 73	564	1920	1620		+ - 412	+ 836	- 754	1199	888	1290
	+ - 243	+ 122	- 564	626	62	279	190.P	+ 14	- 0	- 5	14	311	311
	+ - 63	- 0	+ 626	629	3060	3060		+ 865	- 101	- 309	924	1380	1630
180.P	- 331	+ 536	+ 568	849	4350	4390	191.P	+ 406	+ 57	- 291	503	1730	1780
	+ - 72	+ 87	- 154	191	160	196		+ 39	+ 10	+ 210	214	1120	1120
	+ 189	+ 595	- 577	850	536	823		+ 152	+ 273	+ 204	373	1430	1470
	+ - 334	- 889	+ 98	955	2470	2650		- 12	- 653	- 413	773	774	1010
181.P	+1081	+ 58	+ 477	1183	4690	4810	192.P	+ 658	- 700	- 395	1038	2240	2440
	+ 101	- 418	+ 347	553	3390	3410		-1487	+ 199	+ 682	1648	6090	6280
	+ 113	+ 271	- 661	724	39	296	193.P	+ 338	+ 43	- 95	354	2080	2110
	- 363	- 129	- 51	389	824	910		+ 548	- 281	+ 689	924	4770	4810
182.P	+ 541	+ 326	+ 226	671	3230	3290		+ 198	+ 240	+ 162	351	1280	1320
	- 201	- 142	+ 60	253	818	854		- 108	+ 258	+ 346	445	1930	1950
	+ 41	- 135	- 95	170	271	306		+ - 502	- 259	- 782	964	281	631
	+ - 135	+ 380	- 11	404	957	1040		- 474	- 1	- 321	572	554	729
183.P	-1133	+ 644	+ 54	1305	3840	4060	194.P	+ 230	+ 470	+ 744	909	4890	4920
	+ - 99	+ 228	- 206	323	294	385		+ 75	- 325	- 33	335	754	824
	+ 775	+ 358	+ 105	860	2280	2430		+ 497	- 206	- 64	541	1130	1250
	+ 18	- 420	- 296	514	485	642		+ - 683	+ 628	+ 230	956	2810	2960
184.P	+ 918	+ 179	+ 189	954	3570	3690	195.P	+ 842	+ 372	- 458	1028	2060	2260
	+ - 388	+ 211	- 15	442	1030	1120		- 340	- 548	+ 254	693	3330	3390
185.P	+ 294	+ 253	- 129	409	2040	2080		+ - 56	- 50	+ 48	89	504	510
	+ 83	+ 18	- 344	354	14	86		+ - 114	+ 116	- 88	185	314	354
	+ - 541	- 8	+ 178	570	1800	1880		+ 390	+ 32	- 545	672	213	446
	+ - 248	- 146	- 240	375	322	432		- 722	+ 77	+ 789	1072	4480	4540
	+ 160	- 83	+ 44	185	649	674	196.P	+ 96	+ 100	- 31	142	2110	2120
	+ 514	- 267	+ 142	596	1770	1860		- 13	+ 932	- 897	1293	1430	1710
								+ - 30	+ 335	+ 27	338	912	972
								- 139	- 952	+ 952	1354	5530	5620

	P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_x	P		P_x^*	P_y^*	P_z^*	P^*	P_x	P
<u>197.</u> P	- 474	+ 757	+ 100	899	3250	3370							
P	- 592	- 446	-1172	1387	919	1180							
-	+ 539	- 18	+ 976	1115	5050	5080	<u>200.</u> P	- 348	+ 272	- 371	577	1610	1670
+	+ 527	- 293	+ 96	610	1680	1790	-	+ 187	+ 59	- 237	308	183	268
<u>198.</u> P	- 202	+ 506	- 752	929	1160	1280	+	+ 307	- 667	- 277	785	1140	1360
P	+ 1	- 248	+ 545	599	3940	3950	+	- 490	- 500	+ 485	852	3200	3280
-	- 243	- 141	- 5	281	712	765	<u>201.</u> P	- 702	- 174	- 117	733	2460	2560
+	+ 572	+ 420	+ 226	745	2320	2420	+	- 196	- 46	- 193	279	235	309
<u>199.</u> P	+ 107	- 336	- 173	392	1915	1950	+	+ 78	- 56	- 179	203	120	154
P	- 230	+ 374	+1277	1350	7000	7020	-	- 69	- 171	+ 177	255	1120	1130
+	- 10	- 191	- 366	413	85	209							
-	- 64	+ 35	- 834	838	- 139	157							

П Р И Л О Ж Е Н И Я .

Таблица I

Эффективность методики розыгрыша

Реакция	n	у	Эффективность	Реакция	n	у	Эффективность
Н'НЛ	3	-	30±15	НЗН	4	2	10±9
Н'Н'Л	3	-	30±14	Н'НЗЛ	5	3	10±2
ННЛ	3	-	40±30	Н'Н'ЗЛ	5	3	10±3
Н'Н'2Л	4	2	10±2	ННЗЛ	5	3	15±5
Н'Н'2Л	4	2	10±2	Н'Н'4Л	6	3	5±3
НН2Л	4	2	10±3	НН4Л	6	3	10±6
Н'ЗН	4	2	25±17	Н'Н4Л	6	4	6±2

($\bar{P}_1, \dots, \bar{P}_{n-y}$ - разыгрывались по методу браковки,
 $\bar{P}_{n-y+1}, \dots, \bar{P}_{n-1}$ - прямым методом)

Таблица 2

Учтенные реакции

номер	Продукты реакции	Статистический вес	Статист. вес в пересчете на 100	Число случаев в таблице
1	Н'Н'2Л	15,17	19,19	38
2	Н'Н'3Л	13,92	17,61	35
3	Н'Н'2Л	11,70	14,80	30
4	Н'Н'3Л	9,28	11,74	24
5	НН3Л	6,21	7,86	15
6	НН2Л	5,25	6,64	14
7	Н'Н'4Л	4,43	5,60	11
8	Н'Н'Л	3,53	4,46	9
9	Н'Н'Л	3,15	3,98	8
10	Н'Н'4Л	2,09	2,64	5
11	НН4Л	2,04	2,58	5
12	ННЛ	1,00	1,26	3
13	Н'ЗН	0,60	1,01	2
14	НЗН	0,49	0,62	2
Итого		79,06	100	201

Отброшенные реакции

номер	вес	номер	вес		
15	Н'Н'5Л	0,54	20	Н'Н'2Н	0,27
16	Н'Н'5Л	0,49	21	Н'ЗНЛ	0,20
17	НН5Л	0,47	22	Н'ЗНЛ	0,18
18	Н'Н'2Н	0,36	23	Н'Н'2НЛ	0,06
19	Н'Н'2Н	0,36		и т.д.	

Таблица 3
коэффициенты $C_k^{(0)}$

τ	$C_k^{(0)}$	0	1	1	1	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3
0	0		π^+	π^+	π^+											
1	1	π^-	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+						
1	0	1	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+						
1	1	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+						
2	2		1			π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
2	1		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
2	0		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
2	1		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
2	2		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
3	3		1			π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
3	2		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
3	1		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
3	0		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
3	1		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
3	2		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+
3	3		π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+	π^+

Расшифровка обозначений
(на примере 1 строки) :
 $(0,0) = \frac{1}{3}(\pi^+, -\pi^-; \pi^+) +$
 $\frac{1}{3}(\pi^+, 0; \pi^0) +$
 $\frac{1}{3}(\pi^+, \pi^+; \pi^-).$

Таблица 3
(продолжение)

T	T_t	t	3	3	3	3	3	3	4	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
T	t	t	-3	-2	-1	0	1	2	3	4	4	4	4	4	4	4	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
4	-4		1 ⁻							$\frac{4}{5}$	$\frac{1}{5}$						$\frac{9^+}{11}$	$\frac{9}{55}$	$\frac{1}{55}$							
4	-3		$\frac{1}{4}$	$\frac{3}{4}$						$\frac{1^+}{5}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{7}{20}$						$\frac{36^+}{55}$	$\frac{16}{55}$	$\frac{3}{55}$						
4	-2		$\frac{1^+}{28}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{15}{28}$					$\frac{7^+}{28}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{9^-}{20}$						$\frac{28^+}{55}$	$\frac{21}{55}$	$\frac{6^-}{55}$						
4	-1			$\frac{3^+}{28}$	$\frac{15}{28}$	$\frac{5^-}{14}$					$\frac{9^+}{20}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{1}{2}$						$\frac{21^+}{55}$	$\frac{24}{55}$	$\frac{2^-}{11}$					
4	0			$\frac{3^+}{14}$	$\frac{4}{7}$	$\frac{3^-}{14}$						$\frac{1^+}{2}$		$\frac{1^-}{2}$						$\frac{3^+}{11}$	$\frac{5}{11}$	$\frac{3^-}{11}$				
4	1				$\frac{5^+}{14}$	$\frac{15}{28}$	$\frac{3^-}{28}$					$\frac{1^+}{2}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{9^-}{20}$							$\frac{2^+}{11}$	$\frac{24}{55}$	$\frac{21^-}{55}$			
4	2				$\frac{15^+}{28}$	$\frac{3}{7}$	$\frac{1^-}{28}$						$\frac{9^+}{20}$	$\frac{1}{5}$	$\frac{7}{20}$							$\frac{6^+}{55}$	$\frac{21}{55}$	$\frac{28^-}{55}$		
4	3				$\frac{3^+}{4}$	$\frac{1}{4}$							$\frac{7^+}{20}$	$\frac{9}{20}$	$\frac{1^-}{5}$							$\frac{3^+}{55}$	$\frac{16}{55}$	$\frac{36^-}{55}$		
4	4						1^+							$\frac{1^+}{5}$	$\frac{4}{5}$								$\frac{1^+}{55}$	$\frac{9}{55}$	$\frac{9^-}{11}$	

Таблица 4
Коэффициенты $C_{\kappa}^{(n)}$ для состояния (1,1)

κ	$T_{\kappa} t$	00	1-1	10	11	2-2	2-1	20	21	22	3-3	3-2	3-1	30	31	32	33		
1	+	1		$\frac{1}{2}$				$\frac{1}{10}$											
	0				$\frac{1}{2}$				$\frac{3}{10}$										
	-									$\frac{3}{5}$									
2	+		$\frac{3}{5}$										$\frac{1}{35}$						
	+	1		$\frac{4}{5}$				$\frac{2}{5}$						$\frac{2}{35}$					
	0				$\frac{1}{5}$				$\frac{2}{5}$					$\frac{2}{35}$	$\frac{2}{35}$				
	0					$\frac{1}{5}$				$\frac{4}{5}$						$\frac{2}{7}$			
	0																$\frac{3}{7}$		
	-																	$\frac{3}{7}$	
3	+					$\frac{3}{7}$							$\frac{3}{28}$						
	+		$\frac{6}{5}$				$\frac{24}{35}$							$\frac{33}{140}$					
	+			$\frac{6}{5}$											$\frac{9}{70}$				
	0				$\frac{12}{5}$				$\frac{18}{35}$					$\frac{33}{70}$	$\frac{33}{70}$				
	0									$\frac{48}{35}$						$\frac{9}{28}$			
	0					$\frac{3}{10}$				$\frac{3}{14}$	$\frac{9}{7}$					$\frac{3}{35}$			
	0											$\frac{33}{35}$					$\frac{3}{7}$		
	0																	$\frac{27}{28}$	
	0																		$\frac{27}{28}$
	-																		
4	+					$\frac{9}{7}$							$\frac{1}{3}$						
	+						$\frac{172}{175}$						$\frac{4}{7}$						
	+		$\frac{12}{7}$											$\frac{2}{7}$					
	+			$\frac{66}{35}$											$\frac{2}{5}$				
	0				$\frac{132}{35}$				$\frac{78}{35}$							$\frac{32}{35}$			
	0	$\frac{24}{5}$								$\frac{9}{7}$							$\frac{3}{7}$		
	0					$\frac{18}{7}$													
	0		$\frac{6}{5}$						$\frac{24}{35}$							$\frac{38}{105}$			
	0			$\frac{36}{35}$						$\frac{12}{5}$							$\frac{6}{5}$		
	0				$\frac{132}{35}$						$\frac{27}{7}$							$\frac{12}{7}$	
	0											$\frac{27}{7}$							
	0					$\frac{9}{35}$				$\frac{6}{35}$						$\frac{4}{35}$		$\frac{4}{3}$	
	0										$\frac{36}{35}$						$\frac{4}{7}$		
	0																	$\frac{11}{7}$	
10	10																		

Пример :

$$(1,1) = (0,0; \pi^+) + \frac{1}{2}(1,0; \pi^+) + \frac{1}{10}(2,0; \pi^+) + \frac{1}{2}(1,1; \pi^0) + \frac{2}{10}(2,1; \pi^0) + \frac{3}{5}(2,2; \pi^-)$$

Таблица 5
Вероятности зарядовых состояний системы $N'N$ (или $N'N'$)

Остатки	$N'N$													Гт			
	00	1-1	10	11	2-2	2-1	20	21	22	3-3	3-2	3-1	30		31	32	33
p^+p									1								
p^+n				$\frac{3}{4}$					$\frac{1}{4}$								
p^0p				$\frac{1}{6}$					$\frac{1}{2}$								
p^0n			$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$				$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{6}$								
p^-p		$\frac{1}{12}$	$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$				$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$								
p^-n		$\frac{1}{12}$				$\frac{1}{4}$											
n^+p				$\frac{1}{12}$					$\frac{1}{4}$								
n^+n			$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$				$\frac{1}{6}$	$\frac{1}{6}$								
n^0p			$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$				$\frac{1}{3}$	$\frac{1}{3}$								
n^0n		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$				$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$								
n^-p		$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$				$\frac{1}{4}$	$\frac{1}{4}$								
n^-n					1												
$N'N'$																	
p^+p^+																1	
p^+p^0									$\frac{2}{3}$							$\frac{2}{3}$	
p^+p^-				$\frac{1}{3}$					$\frac{1}{3}$					$\frac{2}{15}$		$\frac{2}{3}$	
p^+n^+				$\frac{2}{3}$					$\frac{1}{3}$					$\frac{4}{15}$		$\frac{1}{3}$	
p^+n^0				$\frac{2}{3}$					$\frac{2}{3}$					$\frac{4}{15}$		$\frac{1}{3}$	
p^+n^-	$\frac{1}{2}$		$\frac{9}{10}$	$\frac{2}{5}$				$\frac{1}{2}$	$\frac{2}{3}$				$\frac{1}{10}$				
p^0p^0			$\frac{8}{45}$	$\frac{8}{45}$				$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$				$\frac{4}{15}$				
p^0p^-	$\frac{1}{9}$		$\frac{1}{45}$	$\frac{8}{45}$				$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$				$\frac{4}{15}$				
p^0n^+			$\frac{8}{45}$	$\frac{8}{45}$				$\frac{2}{9}$	$\frac{2}{3}$				$\frac{4}{15}$				
p^0n^0	$\frac{2}{9}$		$\frac{2}{45}$	$\frac{8}{45}$				$\frac{2}{9}$	$\frac{2}{3}$				$\frac{4}{15}$				
p^0n^-			$\frac{2}{45}$	$\frac{8}{45}$				$\frac{2}{9}$	$\frac{2}{3}$				$\frac{4}{15}$				
p^-p^-		$\frac{4}{45}$	$\frac{2}{45}$	$\frac{2}{45}$				$\frac{2}{9}$	$\frac{2}{3}$				$\frac{4}{15}$				
p^-n^+	$\frac{1}{18}$	$\frac{4}{45}$	$\frac{1}{90}$	$\frac{2}{45}$				$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{3}$				$\frac{4}{15}$				
p^-n^0	$\frac{1}{45}$	$\frac{2}{45}$	$\frac{1}{90}$	$\frac{2}{45}$				$\frac{1}{18}$	$\frac{1}{3}$				$\frac{4}{15}$				
p^-n^-					$\frac{1}{3}$				$\frac{1}{3}$				$\frac{1}{15}$				
n^+n^+				$\frac{2}{45}$					$\frac{1}{9}$				$\frac{2}{15}$				
n^+n^0	$\frac{1}{9}$		$\frac{1}{45}$	$\frac{2}{45}$				$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$				$\frac{2}{15}$				
n^+n^-		$\frac{1}{45}$	$\frac{1}{45}$	$\frac{2}{45}$				$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$				$\frac{2}{15}$				
n^0n^0		$\frac{1}{45}$	$\frac{1}{45}$	$\frac{2}{45}$				$\frac{1}{9}$	$\frac{1}{3}$				$\frac{2}{15}$				
n^0n^-						$\frac{2}{3}$			$\frac{2}{3}$				$\frac{2}{15}$				
n^-n^-						$\frac{2}{3}$			$\frac{2}{3}$				$\frac{2}{15}$				

Пример : $(2, -1) = \frac{2}{3}(p^0n^-) + \frac{1}{3}(n^+n^-)$

Таблица 6

Вероятности зарядовых состояний систем $N'N'n\pi$ и $N'N'n\pi$
(ξ - нормировочный множитель)

1. $N'N'\pi$; $s=1/3$

состояние	вероятность	состояние	вероятность	состояние	вероятность
1 p^+n^-+	1	5 n^+n^0+	2/15	9 p^0n^0	4/45
2 p^0p^+	2/15	6 p^+p^0	1/15	10 n^+n^0	1/45
3 p^-n^+	1/12	7 p^+n^0	2/5	11 p^+p^0	2/5
4 p^0n^0+	1/4	8 p^0p^0	4/45	12 p^+n^+	1/5

2. $N'N'\pi$; $s=1/7$

1 p^+n^-+0	10/7	9 p^0n^-++	8/21	17 p^+n^000	34/105
2 p^0p^-+0	4/21	10 n^+n^-++	4/21	18 p^0p^000	32/315
3 p^-n^++0	2/21	11 p^+p^-+-	6/21	19 p^0n^+00	32/315
4 p^0n^0+0	8/21	12 p^+n^0+-	16/21	20 n^+n^+00	8/315
5 n^+n^0+0	4/21	13 p^0p^0+-	8/35	21 p^+p^0-0	76/105
6 p^-p^-++	1/35	14 p^0n^++-	8/35	22 p^+n^+-0	38/105
7 p^-n^0++	4/35	15 n^+n^++-	2/35	23 p^+p^+-	3/7
8 n^0n^0++	4/35	16 p^+p^-00	17/105		

3. $N'N'\pi$; $s=1/18$

1 p^+n^+--	9/4	12 p^-n^0++0	29/1e5	23 p^0p^0000	8/105
2 p^0p^-++	13/42	13 n^0n^0++0	29/210	24 p^0n^+000	8/105
3 p^-n^+++	13/24	14 p^0n^++0	1	25 n^+n^+000	2/105
4 p^0n^0++	13/21	15 n^+n^-++0	1/2	26 p^-n^-+++	5/28
5 n^+n^0++	13/42	16 p^+p^-+0	1	27 n^0n^-+++	5/14
6 p^+n^-+00	12/7	17 p^+n^0+0	2	28 p^+p^0+-	15/14
7 p^0p^-+00	4/15	18 p^0p^0+0	28/105	29 p^+n^+--	15/28
8 p^-n^++00	2/15	19 p^0n^++0	58/105	30 p^+p^0-00	32/35
9 p^0n^0+00	8/15	20 n^+n^++0	29/210	31 p^+n^+-00	16/35
10 n^+n^0-00	4/15	21 p^+p^-000	1/7	32 p^+p^+-0	27/28
11 p^-p^-++0	29/420	22 p^+n^0000	2/7		

4. $\pi^+ \pi^+ 4\pi$; $S = 1/46$

1	$p^+ n^- + + - 0$	7	16	$p^- p^- + + 00$	13/105	31	$p^+ p^- 0000$	13/105
2	$p^0 p^- + + - 0$	22/21	17	$p^- p^0 + + 00$	52/105	32	$p^+ n^0 0000$	26/105
3	$p^- n^+ + + - 0$	11/21	18	$n^0 n^0 + + 00$	52/105	33	$p^0 p^0 0000$	8/105
4	$p^0 n^0 + + - 0$	44/21	19	$p^0 n^- + + 00$	856/525	34	$p^0 n^+ 0000$	8/105
5	$n^+ n^0 + + - 0$	22/21	20	$n^+ n^- + + 00$	428/525	35	$n^+ n^+ 0000$	2/105
6	$p^+ n^- + 000$	40/21	21	$p^+ p^- + + -$	1	36	$p^- n^- + + + 0$	13/21
7	$p^0 p^- + 000$	32/105	22	$p^+ n^0 + + -$	2	37	$n^0 n^- + + + 0$	26/21
8	$p^- n^+ + 000$	16/105	23	$p^0 p^0 + + -$	4/7	38	$p^+ p^0 + - 0$	26/7
9	$p^0 n^0 + 000$	64/105	24	$p^0 n^+ + + -$	4/7	39	$p^+ n^+ + - 0$	13/7
10	$n^+ n^0 + 000$	32/105	25	$n^+ n^+ + + -$	1/7	40	$p^+ p^0 - 000$	16/15
11	$p^- p^- + + + -$	2/21	26	$p^+ p^- + - 00$	12/7	41	$p^+ n^+ - 000$	8/15
12	$p^- n^0 + + + -$	8/21	27	$p^+ n^0 + - 00$	24/7	42	$p^+ p^+ - 000$	11/7
13	$n^0 n^0 + + + -$	8/21	28	$p^0 p^0 + - 00$	104/105	43	$p^+ p^- + - -$	4/3
14	$p^0 n^- + + + -$	744/525	29	$p^0 n^+ + - 00$	104/105	44	$n^- n^- + + + +$	1/3
15	$n^+ n^- + + + -$	372/525	30	$n^+ n^+ + - 00$	26/105			

5. $\pi^+ \pi^+ \pi$; $S = 1/2$

1	$p^0 n^+$	1/5	4	$n^0 p^+$	1/5	7	$n^+ p^0$	7/60
2	$n^+ n^+$	1/10	5	$p^+ n^0$	9/20	8	$p^+ p^-$	3/5
3	$p^- p^+$	1/10	6	$p^0 p^0$	7/30			

6. $\pi^+ \pi^+ 2\pi$; $S = 1/5$

1	$p^+ p^0 -$	4/5	6	$p^0 n^+ 0$	2/5	11	$n^+ n^+ 0$	1/5
2	$p^+ n^- + -$	1	7	$p^- p^+ 0$	1/5	12	$n^0 p^+ 0$	2/5
3	$p^+ n^0 0$	7/20	8	$p^- n^+ + +$	1/10	13	$n^0 n^+ + +$	1/5
4	$p^0 p^+ + -$	2/5	9	$n^+ p^- + -$	1/5	14	$n^- p^+ + +$	1/2
5	$p^0 p^0 00$	1/6	10	$n^+ p^0 00$	1/12			

7. $\pi^+ \pi^+ 3\pi$; $S = 1/12$

1	$p^- n^+ + + 0$	19/70	8	$p^0 n^+ + + -$	4/7	15	$p^+ n^+ 000$	39/140
2	$n^0 n^+ + + 0$	19/35	9	$n^+ n^+ + + -$	2/7	16	$p^0 p^0 000$	11/70
3	$n^- p^+ + + 0$	15/14	10	$p^- p^+ + + -$	2/7	17	$n^+ p^0 000$	11/140
4	$p^0 n^+ + 00$	17/35	11	$n^0 p^+ + + -$	4/7	18	$n^- n^+ + + +$	3/7
5	$n^+ n^+ + 00$	17/70	12	$p^+ n^- + - 0$	15/7	19	$p^+ p^- - 00$	33/35
6	$p^- p^+ + 00$	17/70	13	$p^0 p^+ + - 0$	38/35	20	$p^+ p^+ + - -$	9/7
7	$n^0 p^+ + 00$	17/35	14	$n^+ p^- + - 0$	19/35			

8. $N^* N 4 \pi$; $S = 1/30$

1	$p^- n^{+++}$	67/175	10	$n^0 p^{+-0}$	2	19	$p^0 p^{+-00}$	64/35
2	$n^0 n^{+++}$	136/175	11	$p^0 n^{+000}$	4/7	20	$n^+ p^{+-00}$	32/35
3	$n^- p^{+++}$	268/175	12	$n^+ n^{+000}$	2/7	21	$p^+ n^{0000}$	33/140
4	$p^- n^{++00}$	149/350	13	$p^- p^{+000}$	2/7	22	$p^0 p^{0000}$	9/70
5	$n^0 n^{++00}$	149/175	14	$n^0 p^{+000}$	4/7	23	$n^+ p^{0000}$	9/140
6	$n^- p^{++00}$	589/350	15	$p^+ n^{+-}$	9/4	24	$n^- n^{+++0}$	9/7
7	$p^0 n^{+-0}$	2	16	$p^0 p^{+-}$	15/14	25	$p^+ p^{+-0}$	27/7
8	$n^+ n^{+-0}$	1	17	$n^+ p^{+-}$	15/28	26	$p^+ p^{-000}$	36/35
9	$p^- p^{+-0}$	1	18	$p^+ n^{+-00}$	24/7			

9. $3 N \tilde{N}$; $S = 1/3$

$ppn\tilde{n}$ 9/4

$ppp\tilde{p}$ 3/4

10. $3 N \tilde{N}'$; $S = 1/3$

1	$ppn\tilde{n}^+$	9/5	4	$ppp\tilde{p}^0$	1/5
2	$ppn\tilde{n}^0$	3/5	5	$ppp\tilde{p}^-$	1/10
3	$ppp\tilde{p}^+$	3/10			

Статья получена 27 октября 1958 года.