

C323.2

X-303

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
ДУБНА



18/xi-74
11-8100

М.С.Хвастунов

4444/2-74

ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ КАНАЛА РЕАКЦИИ
С РЕЗОНАНСАМИ

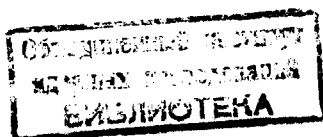
1974

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

11-8100

М.С.Хвастунов

**ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ КАНАЛА РЕАКЦИИ
С РЕЗОНАНСАМИ**



В данной работе обсуждается алгоритм идентификации канала реакции

$$a + b \rightarrow M + B, \quad /1/$$

где M - совокупность "видимых", а B - совокупность "невидимых" частиц. Предполагается, что известны энергии, импульсы и углы вылета "видимых" частиц и ничего не известно о "невидимых". Для определенности будем считать, что частицы a и b - налетающий π^- -мезон и мишень-протон, M - совокупность двух легких частиц / 2γ или e^+e^- / и B - нейтрон, изобара /1236/, нуклон + пион и т.д.

В упрощенном виде алгоритм применялся при анализе событий $\pi^-p \rightarrow \eta p$, $\eta \rightarrow \gamma\gamma$ /1/ и $\pi p \rightarrow V p$, $V \rightarrow e^+e^-$, $V = \rho^0, \phi$ /2/.

Полная энергия совокупности частиц M в реакции /1/ ($a = \pi^-$, $b = p$) вычисляется по формуле /2/:

$$E_M = E_{\pi^-} - \frac{m_B^2 - m_p^2}{2m_p} - \frac{|t|}{2m_p}, \quad /2/$$

где m_B - эффективная масса частиц B , t - квадрат переданного 4-импульса:

$$t = m_{\pi}^2 + m_M^2 - 2E_{\pi^-}E'_M + 2p_{\pi^-}p'_M \cos \theta_{\pi M}, \quad /3/$$

где $m_M = [2E_1E_2(1 - \cos \theta)]^{1/2}$, $E'_M = E_1 + E_2$, $p'_M = [(E'_M)^2 - m_M^2]^{1/2}$,

$\theta_{\pi M} = (\vec{p}_{\pi^-} \wedge \vec{p}_M)$ и E_1, E_2, θ - экспериментальные значения энергий и угла разлета частиц совокупности М.

Как видно из выражения /2/, неопределенность в вычисленном значении энергии E_M может быть записана в виде /2/

$$(\Delta E_M)^2 = (\Delta E_{\pi^-})^2 + \left(\frac{m_B}{m_p}\right)^2 \left(\frac{\Gamma_B}{2}\right)^2 + \left(\frac{\Delta t}{2m_p}\right)^2. \quad /4/$$

Второй член в выражении /4/ учитывает неопределенность в массе частиц В / Γ_B - ширина брейтвигнеровского распределения/.

Процедура идентификации канала реакции выполняется в два этапа. На первом вычисляется χ -квадрат /или аналогичная величина/ гипотезы: частицы совокупности М генерированы вместе с барионом В*. При этом эффективная масса совокупности М не фиксирована, что необходимо, например, при идентификации канала реакции $\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n$, в которой эффективная масса $e^+ e^-$ -пары изменяется в широких пределах /3/. Фитированные значения энергий E_{10} и E_{20} частиц совокупности М определяются из условия:

$$\phi^B = p_1 (E_{10} - E_1)^2 + p_2 (E_{20} - E_2)^2 = \min \quad /5/$$

при $E_{10} + E_{20} - E_M = 0$,

где E_1, E_2 - экспериментальные значения энергий, энергия E_M вычисляется по формуле /2/, веса $p_i, i = 1, 2$ определяются выражениями

$$p_i = 1 / (\Delta E_i)^2, \quad (\Delta E_i)^2 = (\Delta E_{i3})^2 + \alpha_i (\Delta E_M)^2, \quad /6/$$

$\alpha_i = E_i / (E_1 + E_2)$, ΔE_{i3} - экспериментальная ошибка, величина ΔE_M вычисляется по формуле /4/.

* Далее излагается процедура идентификации канала реакции в случае совокупности М, состоящей из двух частиц. Алгоритм легко обобщается на случай большего числа "видимых" частиц.

Решение системы /5/ записывается в виде

$$E_{10} = [p_1 E_1 + p_2 (E_M - E_2)] / (p_1 + p_2),$$

$$E_{20} = E_M - E_{10}.$$

/7/

χ -квадрат /или его аналог/ гипотезы вычисляется по формуле

$$\phi_{\min}^B = p_1 (E_{10} - E_1)^2 + p_2 (E_{20} - E_2)^2. \quad /8/$$

Как видно из выражения /6/, результирующие ошибки энергий E_1 и E_2 скоррелированы, поэтому в функционал /5/ надо бы добавить корреляционный член. Неучет этого члена может привести к тому, что ϕ_{\min}^B - распределение будет уже или шире χ^2 -распределения. С другой стороны, квадратичное суммирование гауссовских ошибок и полуширины брейтвигнеровского распределения /выражение /4// приведет к уширению ϕ_{\min}^B - распределения. Поэтому было решено ограничиться двумя членами в функционале /5/ и при идентификации определенного канала реакции вместо χ^2 -распределения пользоваться эталонным ϕ_{\min}^B - распределением, полученным изложенным выше способом на событиях данной реакции, генерированных методом Монте-Карло.

На втором этапе идентификации канала реакции вычисляется χ -квадрат /его аналог/ гипотезы; частицы совокупности М генерированы вместе с барионом В и происходят от распада мезона М. Фитированные значения энергий E_{10}, E_{20} и угол разлета $\theta_0 = 2 \arcsin(\alpha_0/2)$ частиц совокупности М определяются из условия:

$$\phi^{MB} = p_1 (E_{10} - E_1)^2 + p_2 (E_{20} - E_2)^2 + p_3 (\alpha_0 - \alpha)^2 = \min \quad /9/$$

при

$$E_{10} + E_{20} - E_M = 0,$$

$$m_M - \sqrt{E_{10} E_{20}} \alpha_0 = 0,$$

где $\alpha = 2 \sin(\theta/2)$, E_1, E_2, θ - экспериментальное значение энергий и угла разлета частиц, m_M - средняя масса резонанса М и /2/

$$p_3 = 1/(\Delta a)^2, (\Delta a)^2 = [\cos(\theta/2) \Delta \theta]^2 + \left(\frac{\Gamma_M/2}{\sqrt{E_1 E_2}}\right)^2 + \left(\frac{m_M}{\sqrt{E_1 E_2}} \frac{\Delta E_M}{E_M}\right)^2, \quad /10/$$

Γ_M - ширина брейтвигнеровского распределения мезона M . Веса p_i , $i=1,2$ определяются соотношениями /6/. Параметр a может быть выражен через массу и энергию мезона $M/2$

$$a = \xi \frac{2m_M}{E_M}, \quad /11/$$

где $\xi \approx 1$.

Как видно из этой формулы, неопределенности в энергии и массе /наличие конечной естественной ширины мезона/ приводят к дополнительному размытию параметра a . Этот факт учитывается вторым и третьим членами в формуле /10/.

Система /9/ сводится к одному уравнению

$$E_{10} = a + b \frac{f_1}{f_2} \left(\frac{m_M}{f_2} - \frac{a}{\sqrt{f_2}} \right), \quad /12/$$

где $a = [p_1 E_1 + p_2 (E_M - E_2)] / (p_1 + p_2)$,

$$b = \frac{m_M}{2} \frac{p_3}{p_1 + p_2}, \quad f_1 = E_M - 2E_{10}, \quad f_2 = E_M E_{10} - E_{10}^2.$$

Уравнение /12/ решается способом итераций. В качестве 0-го приближения используется значение E_{10} , полученное на 1 этапе процедуры идентификации канала реакции. В каждой итерации перед подставкой E_{10} в правую часть уравнения /12/ производится "взвешивание" этого значения с использованием значений E_{10} в предыдущих итерациях /способ Вегстейна /4/ /:

$$\bar{x}_{k+1} = x_{k+1} - \frac{(x_{k+1} - x_k)(x_{k+1} - \bar{x}_k)}{x_{k+1} - x_k - \bar{x}_k + \bar{x}_{k-1}}, \quad /13/$$

где x_n - значение E_{10} после n -й итерации, \bar{x}_n - его взвешенное по формуле /13/ значение.

После каждой итерации проверяется условие

$$|\bar{x}_k - \bar{x}_{k+1}| / |\bar{x}_k| \leq \epsilon, \quad /14/$$

где ϵ - малая величина. Если условие /14/ удовлетворяется, то $E_{10} = \bar{x}_{k+1}$, иначе производится следующая итерация. Для "своих" и близких гипотез обычно бывает достаточно /4-6/ итераций. Способ Вегстейна /4/ обеспечивает быструю сходимость итерационного процесса при любом виде уравнения /12/.

Фитированные значения параметров вычисляются следующим образом:

$$E_{20} = E_M - E_{10}, \quad a_0 = m_M / \sqrt{E_{10} E_{20}}, \quad \theta_0 = 2 \arcsin(a/2).$$

χ -квадрат /или его аналог/ гипотезы вычисляется по формуле

$$\phi_{\min}^{MB} = p_1 (E_{10} - E_1)^2 + p_2 (E_{20} - E_2)^2 + p_3 (a_0 - a)^2. \quad /15/$$

Как и в предыдущем случае, ошибки скоррелированы и гауссовские ошибки суммируются с полуширинами брейтвигнеровского распределения. Поэтому при практическом применении алгоритма необходимо пользоваться эталонными ϕ_{\min}^{MB} -распределениями.

На основе описанного алгоритма была разработана программа на языке ФОРТРАН. Алгоритм и программа проверялись на генерированных методом Монте-Карло событиях:

$$\pi^- p \rightarrow \rho^0 n, \quad \rho^0 \rightarrow e^+ e^-;$$

$$\pi^- p \rightarrow \rho^0 \Delta(1236), \quad \rho^0 \rightarrow e^+ e^-;$$

$$\pi^- p \rightarrow \omega n, \quad \omega \rightarrow e^+ e^-;$$

$$\pi^- p \rightarrow \omega \Delta(1236), \quad \omega \rightarrow e^+ e^-;$$

$$\pi^- p \rightarrow \phi n, \quad \phi \rightarrow e^+ e^-;$$

$$\pi^- p \rightarrow \phi \Delta (1236), \phi \rightarrow e^+ e^-;$$

$$\pi^- p \rightarrow \eta n, \eta \rightarrow \gamma \gamma;$$

$$\pi^- p \rightarrow \eta \Delta (1236), \eta \rightarrow \gamma \gamma.$$

Для каждой реакции было генерировано примерно по 7000 событий, импульс налетающей частицы $p_{\pi^-} = 4 \text{ ГэВ/с}$ и $\Delta p_{\pi^-} / p_{\pi^-} = \pm 1\%$. В значения параметров "видимых" частиц (e^+ , e^- и γ) вносились гауссовские ошибки $\Delta E_i = c_{E_i} \sqrt{E_i}$; $\Delta \theta_i = k \sqrt{t} / E_i$; $c_{E_i} = 0,05$, $k = 0,021$; $t = 0,05$; E_i в ГэВ , $i=1,2$ и $E_1 \leq E_2$.

Запоминались также точные значения параметров этих частиц. Вычислялись отклонения $\delta = (p - p_0) / p_0$, где p_0 - точное значение параметра, а p - значение параметра: 1/ после внесения гауссовских ошибок, или 2/ после 1-го этапа, или 3/ после 2-го этапа процедуры идентификации канала реакции. Для всех параметров и во всех 3-х случаях распределения отклонений δ симметричны относительно нуля. Это указывает на то, что принята процедура идентификации канала реакции не вносит систематических сдвигов параметров.

Полная ширина на полувысоте распределения отклонений δ есть разрешение по соответствующему параметру p . В таблице 1 дана сводка разрешений по основным параметрам на всех этапах анализа событий. В первых строках приведены аппаратные разрешения, в строках второй и третьей - разрешения после 1-го и 2-го этапов процедуры; эффективные массы m_M для второй и третьей строк вычислялись с использованием лоренц-фактора пар "видимых" частиц $^{1/5}$.

Все процессы, перечисленные в табл. 1, можно разбить на четыре группы:

- 1/ процессы с $\Gamma_M \neq 0$ и $\Gamma_B \neq 0$, где Γ_M , Γ_B - естественные ширины мезона и бариона / процессы $\pi^- p \rightarrow \rho^0 \Delta$, $\pi^- p \rightarrow \omega \Delta$, $\pi^- p \rightarrow \phi \Delta$ /;
- 2/ процессы с $\Gamma_M = 0$ и $\Gamma_B \neq 0$ / $\pi^- p \rightarrow \eta \Delta$ /;
- 3/ процессы с $\Gamma_M \neq 0$ и $\Gamma_B = 0$ / $\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$, $\pi^- p \rightarrow \omega n$, $\pi^- p \rightarrow \phi n$ /;
- 4/ процессы с $\Gamma_M = 0$ и $\Gamma_B = 0$ / $\pi^- p \rightarrow \eta n$ /.

Таблица I

Разрешения (полная ширина на полувысоте, %) по основным параметрам на разных этапах анализа событий.

Процесс	Подпрограммы *)	$E_1 - E_{10}$	$E_2 - E_{20}$	$\theta - \theta_0$	$m - m_0$
		E_{10}	E_{20}	θ_0	m_0
$\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$, $\rho^0 \rightarrow e^+ e^-$	I	11.0	7.0	1.2	6.5
	II	8.0	3.0	-	2.0
	III	8.0	3.0	18.0	18.0
$\pi^- p \rightarrow \rho^0 \Delta$, $\rho^0 \rightarrow e^+ e^-$	I	11.0	7.0	1.2	7.0
	II	11.0	7.0	-	7.0
	III	11.0	7.0	18.0	18.0
$\pi^- p \rightarrow \omega n$, $\omega \rightarrow e^+ e^-$	I	11.0	7.0	1.2	7.0
	II	8.0	3.0	-	2.0
	III	7.0	2.0	2.0	1.8
$\pi^- p \rightarrow \omega \Delta$, $\omega \rightarrow e^+ e^-$	I	11.0	7.0	1.2	7.0
	II	11.0	7.0	-	6.5
	III	9.0	7.5	6.0	2.0
$\pi^- p \rightarrow \phi n$, $\phi \rightarrow e^+ e^-$	I	11.0	7.0	0.8	6.0
	II	8.0	4.0	-	2.0
	III	6.0	1.6	1.6	0.9
$\pi^- p \rightarrow \rho^0 \Delta$, $\rho^0 \rightarrow e^+ e^-$	I	12.0	7.5	0.8	7.0
	II	12.0	7.5	-	7.0
	III	8.0	7.0	4.0	1.5
$\pi^- p \rightarrow \eta n$, $\eta \rightarrow \gamma \gamma$	I	12.0	7.0	1.6	7.0
	II	8.5	3.0	-	3.0
	III	6.0	1.6	0.8	0.2
$\pi^- p \rightarrow \eta \Delta$, $\eta \rightarrow \gamma \gamma$	I	12.0	7.5	1.6	7.5
	II	12.0	7.5	-	7.0
	III	8.0	7.0	4.2	0.3

*) I - подпрограмма PARLC, аппаратное разрешение; II - подпрограммы FITBAR, PARMB - разрешение после I-го этапа процедуры идентификации; III - подпрограммы FITMES, PARMVM - разрешение после 2-го этапа процедуры идентификации.

Как видно из табл. 1, после 1 этапа процедуры идентификации канала реакции для процессов: а/ 1-й и 2-й групп ($\Gamma_B \neq 0$) разрешение не повышается и б/ 3-й и 4-й групп ($\Gamma_B = 0$) разрешение существенно улучшается, например, для эффективной массы с /6,5 ÷ 7,5/% до /2,0 ÷

± 3,0%. После 2-го этапа процедуры идентификации для процессов рождения: а/ узких резонансов (η , ϕ , ω) разрешение улучшается /например, в случае реакции $\pi^- p \rightarrow \phi n$, $\phi \rightarrow e^+e^-$ разрешение по эффективной массе e^+e^- -пары улучшается с 2,0% до 0,9%/; б/ широких резонансов /реакции $\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$, $\pi^- p \rightarrow \rho^0 \Delta$ / разрешение по углу разлета и эффективной массе сильно огрубляется /например, в случае реакции $\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$, $\rho^0 \rightarrow e^+e^-$ разрешение по эффективной массе e^+e^- -пары падает с 2,0% до 18,0%. Это последнее обстоятельство является результатом влияния естественной ширины резонанса на распределение углов разлета /см. формулы /10/ и /11//. В случае рождения двух широких резонансов /например, $\rho^0 \Delta$ / ни на одном из этапов процедуры идентификации не достигается повышение разрешения. Несмотря на это, имеет смысл применять процедуру идентификации к таким процессам - для разделения каналов реакции. Для оценки "влияния" резонансов друг на друга каждое событие какой-либо реакции /например, $\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$, $\rho^0 \rightarrow e^+e^-$ / обрабатывалось по "своей" и по "чужим" гипотезам - это ($\rho^0 n$)-событие рассматривалось последовательно как $\rho^0 n$, ωp , ρp , $\rho \Delta$, $\omega \Delta$ и $\phi \Delta$ - событие. Обозначим фоновые события соответственно: $\rho p \rightarrow \omega p$, $\rho p \rightarrow \phi p$, $e^+e^- p \rightarrow e^+e^- \Delta$, $\rho^0 p \rightarrow \omega \Delta$, $\rho^0 p \rightarrow \phi \Delta$.

Для практического применения полезны эталонные интегральные ϕ_{\min}^B - и ϕ_{\min}^{MB} - распределения:

$$W(\phi_B) = \int_0^{\phi_B} N_0(\phi_{\min}^B) d\phi_{\min}^B / \int_0^{\infty} N_0(\phi_{\min}^B) d\phi_{\min}^B,$$

$$W(\phi_{MB}^B) = \int_0^{\phi_{MB}^B} N_0(\phi_{\min}^{MB}) d\phi_{\min}^{MB} / \int_0^{\infty} N_0(\phi_{\min}^{MB}) d\phi_{\min}^{MB}.$$

В табл. 2 приведены значения $W(\phi_B)$ для эталонных ϕ_{\min}^B - распределений, а также /для сравнения/ значения $W(\chi_1^2)$:

$$W(\chi_1^2) = \int_0^{\chi_1^2} N_0(\chi^2) d\chi^2 / \int_0^{\infty} N_0(\chi^2) d\chi^2,$$

Таблица II

Интегральные эталонные ϕ_{\min}^B - распределения.

ϕ_{\min}^{MB}	$e^+e^- n$	$e^+e^- \Delta \rightarrow e^+e^- n$	$e^+e^- \Delta$	$e^+e^- n \rightarrow e^+e^- \Delta$	$W(\chi_1^2)$
0.2	0.409	0.0228	0.335	0.00073	0.375
0.4	0.558	0.0334	0.457	0.00176	0.490
0.6	0.648	0.0406	0.531	0.00411	0.575
0.8	0.717	0.0470	0.588	0.00748	0.645
1.0	0.770	0.0554	0.640	0.00983	0.695
1.2	0.804	0.0641	0.680	0.0148	0.735
1.4	0.836	0.0719	0.715	0.0204	0.770
1.6	0.862	0.0778	0.743	0.0274	0.800
1.8	0.886	0.0846	0.770	0.0339	0.825
2.0	0.903	0.0907	0.790	0.0421	0.845
2.2	0.919	0.0976	0.809	0.0530	0.865
2.4	0.932	0.104	0.824	0.0664	0.880
2.6	0.944	0.113	0.838	0.0786	0.895
2.8	0.950	0.124	0.850	0.0921	0.905
3.0	0.956	0.131	0.861	0.104	0.915
3.2	0.965	0.138	0.872	0.119	0.925
3.4	0.969	0.147	0.884	0.138	0.935
3.6	0.974	0.156	0.891	0.157	0.940

интегрального χ^2 -распределения для одной степени свободы. Из таблицы видно, что эталонные ϕ_{\min}^B -распределения для процесса $\pi^- p \rightarrow e^+e^- n$ несколько уже, а для процесса $\pi^- p \rightarrow e^+e^- \Delta$ - шире, чем χ^2 -распределение. При изучении, например, реакции $\pi^- p \rightarrow e^+e^- n$ реакция $\pi^- p \rightarrow e^+e^- \Delta$ - фоновая. Как видно из табл. 2,

если, например, ограничиться значениями $\phi_{\min}^B = 0 \div 2,0$, то будет потеряно 9,7% полезных (e^+e^-n)-событий и в статистику будет включено ~9,1% фоновых ($e^+e^-\Delta \rightarrow e^+e^-n$)-событий. Для реакции $\pi^-p \rightarrow e^+e^-\Delta$ процесс $\pi^-p \rightarrow e^+e^-n$ - фоновый и при $\phi_{\min}^B \leq 2,0$ берется 79% полезных ($e^+e^-\Delta$)-событий и 4,2% ($e^+e^-n \rightarrow e^+e^-\Delta$)-фоновых событий.

Таблица III

Интегральные эталонные ϕ_{\min}^{MB} - распределения.

ϕ_{\min}^{MB}	$\rho^0 n$	$\rho^0 \Delta$	ωn	$\omega \Delta$	ϕn	$\phi \Delta$	ηn	$\eta \Delta$	$W(\chi^2)$
0.2	0.098	0.082	0.125	0.104	0.162	0.130	0.133	0.120	0.375
0.4	0.178	0.153	0.231	0.197	0.298	0.234	0.252	0.216	0.490
0.6	0.243	0.222	0.313	0.273	0.414	0.317	0.351	0.297	0.575
0.8	0.305	0.276	0.393	0.347	0.499	0.392	0.436	0.359	0.645
1.0	0.362	0.324	0.459	0.407	0.570	0.446	0.508	0.416	0.695
1.2	0.410	0.366	0.521	0.460	0.630	0.497	0.570	0.467	0.735
1.4	0.456	0.406	0.573	0.509	0.680	0.542	0.624	0.508	0.770
1.6	0.493	0.443	0.616	0.546	0.725	0.580	0.674	0.544	0.800
1.8	0.528	0.474	0.653	0.580	0.761	0.610	0.716	0.578	0.825
2.0	0.558	0.503	0.691	0.612	0.792	0.641	0.749	0.610	0.845
2.2	0.586	0.529	0.721	0.639	0.819	0.667	0.781	0.638	0.865
2.4	0.611	0.552	0.753	0.663	0.841	0.688	0.806	0.662	0.880
2.6	0.632	0.573	0.777	0.689	0.861	0.705	0.829	0.681	0.895
2.8	0.654	0.592	0.797	0.706	0.878	0.722	0.851	0.702	0.905
3.0	0.670	0.612	0.817	0.724	0.893	0.738	0.869	0.719	0.915
3.2	0.688	0.630	0.837	0.741	0.908	0.752	0.885	0.735	0.925
3.4	0.702	0.646	0.852	0.756	0.919	0.766	0.899	0.750	0.935
3.6	0.716	0.662	0.867	0.769	0.929	0.779	0.912	0.763	0.940
3.8	0.729	0.676	0.883	0.779	0.938	0.789	0.920	0.773	
4.0	0.741	0.692	0.896	0.790	0.946	0.799	0.929	0.783	
4.2	0.754	0.706	0.904	0.798	0.954	0.808	0.938	0.793	
4.4	0.764	0.718	0.913	0.807	0.961	0.817	0.946	0.801	
4.6	0.774	0.730	0.922	0.816	0.966	0.826	0.952	0.810	
4.8	0.785	0.742	0.929	0.824	0.969	0.834	0.957	0.817	
5.0	0.792	0.752	0.938	0.832	0.973	0.841	0.962	0.825	
5.2	0.800	0.762	0.943	0.840	0.976	0.847	0.966	0.832	
5.4	0.807	0.772	0.948	0.846	0.979	0.853	0.969	0.838	
5.6	0.815	0.780	0.953	0.853	0.982	0.860	0.972	0.845	
5.8	0.822	0.787	0.957	0.858	0.984	0.865	0.976	0.852	
6.0	0.829	0.794	0.962	0.864	0.987	0.871	0.978	0.858	

В таблице 3 представлены значения $W(\phi_{MB})$ для эталонных ϕ_{\min}^{MB} - распределений / процессы с рождением $\rho^0 n, \rho^0 \Delta, \omega n, \omega \Delta, \phi n, \phi \Delta, \eta n, \eta \Delta$ /. Видно, что ϕ_{\min}^{MB} - распределения шире χ^2 -распределения с одной степенью свободы ($W(\chi^2_1)$). Разница тем больше, чем шире резонанс; в случае рождения резонанса вместе с изобарой $\Delta(1236)$ отклонение от χ^2 -распределения больше, чем при рождении этого резонанса с нейтроном.

В таблицах 4-6 представлены значения $W(\phi_{MB})$ для фоновых процессов. Видно, что случаи рождения резонанса с нейтроном и изобарой $\Delta(1236)$ хорошо разделяются. Например, при изучении $\rho^0 n$ -событий в области $\phi_{\min}^{MB} \leq 3,0$ находится 67% полезных событий /см. табл. 3/ и ~7,2% фоновых ($\rho^0 \Delta \rightarrow \rho^0 n$)-событий /см. табл. 5/. С другой стороны, если изучаются $\rho^0 \Delta$ -события, то в ту же область значений ϕ_{\min}^{MB} попадет ~61% полезных событий и ~4% фоновых ($\rho^0 n \rightarrow \rho^0 \Delta$) событий. Как видно из таблиц 4-6, разделение для узких резонансов более надежное. Из этих же таблиц можно извлечь сведения о перекрестном "влиянии" резонансов друг на друга. Например, при изучении ϕn -событий фоновыми будут $\phi \Delta$ -, $\rho^0 n$ - и $\rho^0 \Delta$ -события. Как видно из таблиц, в область, например, $\phi_{\min}^{MB} \leq 3,0$ попадет 89,3% полезных событий, ~3,2% $\phi \Delta$ -, ~1,8% $\rho^0 n$ - и ~0,4% $\rho^0 \Delta$ -событий.

При практическом использовании алгоритма необходимо знать сечения фоновых процессов и /хотя бы ориентировочно/ сечение исследуемой реакции. Оптимизация вероятностей ошибок 1-го и 2-го родов должна производиться в каждом конкретном случае с учетом экспериментальной ситуации /6/.

Краткие выводы

Обсуждаемый алгоритм идентификации канала реакции позволяет:

1. Разделять процессы, например, $\pi^-p \rightarrow e^+e^-n$ и $\pi^-p \rightarrow e^+e^-\Delta(1236)$;

Таблица VI

Значения $W(\varphi_{\text{на}})$ для фоновых процессов.

$\varphi_{\text{мин}}^{\text{нв}}$	$\omega\Delta \rightarrow \rho^0 n$	$\omega n \rightarrow \rho^0 \Delta$	$\rho\Delta \rightarrow \rho n$	$\rho n \rightarrow \rho\Delta$
0.2	0.0050	0.0	0.0027	0.0
0.4	0.0113	0.00029	0.0047	0.0
0.6	0.0186	0.00086	0.0078	0.0
0.8	0.0260	0.00214	0.0108	0.0
1.0	0.0302	0.00389	0.0141	0.0
1.2	0.0384	0.00678	0.0167	0.0
1.4	0.0442	0.00950	0.0202	0.0
1.6	0.0510	0.0131	0.0229	0.0
1.8	0.0540	0.0181	0.0252	0.00027
2.0	0.0602	0.0236	0.0283	0.00041
2.2	0.0665	0.0296	0.0321	0.00069
2.4	0.0715	0.0377	0.0346	0.00096
2.6	0.0766	0.0475	0.0374	0.00151
2.8	0.0827	0.0584	0.0395	0.00220
3.0	0.0880	0.0710	0.0421	0.00262
3.2	0.0952	0.0820	0.0445	0.00289
3.4	0.101	0.106	0.0465	0.00398
3.6	0.108	0.112	0.0493	0.00481
3.8	0.113	0.130	0.0503	0.00503
4.0	0.121	0.146	0.0514	0.00660
4.2	0.128	0.163	0.0540	0.00770
4.4	0.136	0.181	0.0562	0.00905
4.6	0.143	0.200	0.0588	0.0103
4.8	0.149	0.221	0.0608	0.0120
5.0	0.156	0.241	0.0632	0.0146
5.2	0.164	0.264	0.0652	0.0159
5.4	0.170	0.286	0.0665	0.0188
5.6	0.177	0.310	0.0692	0.0227
5.8	0.183	0.332	0.0720	0.0256
6.0	0.190	0.352	0.0746	0.0282

2. В случае реакции, например, $\pi^- p \rightarrow e^+ e^- n$ существенно /в несколько раз/ повысить разрешение по эффективной массе $e^+ e^-$ -пары;

3. Разделять каналы реакций, например:

а/ $\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$ и $\pi^- p \rightarrow \rho^0 \Delta$;

б/ $\pi^- p \rightarrow \phi n$ и ($\pi^- p \rightarrow \phi \Delta$, $\pi^- p \rightarrow \rho^0 n$, $\pi^- p \rightarrow \rho^0 \Delta$).

4. В случае рождения узкого резонанса в бинарной реакции дополнительно /к п.2/ повысить разрешение по эффективной массе.

Автор благодарен В.И.Морозу, В.А.Белякову и Б.Словинскому за полезные обсуждения.

Литература

- а/ J.Hladky et al. Phys.Lett., 31B, 475 (1970).
- б/ М.И.Адамович и др. Краткие сообщения по физике, 5,9, 1972.
- в/ М.И.Адамович и др. Краткие сообщения по физике, 1, 48, 1972.
- М.С.Хвастунов. Автореферат диссертации ОИЯИ 1-5220, Дубна, 1970.
- А.М.Балдин, В.А.Сулейманов. Phys.Lett., 37B, 305 (1971).
- Дж.Н.Ланс. Численные методы для быстродействующих вычислительных машин. ИЛ, Москва, 1962.
- Г.И.Копылов, М.С.Хвастунов. ЯФ, 6, 780, 1967.
- В.А.Беляков. Сообщения ОИЯИ, 1-4853, Дубна, 1969.

Рукопись поступила в издательский отдел
12 июля 1974 года.