

Изучение системы $\eta'\pi^+\pi^-$ в реакции перезарядки пионов на Ве при импульсе 29 ГэВ

**Группа (эксперимент) ВЕС
НИЦ «Курчатовский Институт» – ИФВЭ,
Протвино**

А.П. Власенко, В.Г. Готман, В.А. Дорофеев, Р.Р. Загитов, А.М. Зайцев, А.Н. Карюхин, И.А. Качаев, В.И. Лисин, В.Д. Матвеев, Е.В. Назаров, В.И. Николаенко, А.Н. Плеханов, Д.И. Рябчиков, А.А. Солодков, Е.А. Старченко, В.П. Сугоняев, Ю.А. Хохлов, А.А. Шумаков

План :

- Мотивация
- Установка
- Характеристики реакции. Отбор событий
- Измерение сечения
- Интерпретация результата
- Заключение

Мотивация

- Особое место η' в нонете псевдоскаляров. Большая масса из треугольной аномалии.
- Свойства радиальных возбуждений η' , в т.ч. в ожидаемом канале $\eta'\pi^+\pi^-$?
- Поиск псевдоскалярного глюбола, также с сильной связью с $\eta'\pi^+\pi^-$
- Широкий набор возможных квантовых чисел. Сравнение резонансных структур в $\eta'\pi\pi$ и $\eta\pi\pi$ в связи с поиском гибридов.
- Возможное проявление qq – экзотического состояния $J^{PC} = 1^{-+}$ в подсистеме $\eta'\pi$
- Данные по $\eta'\pi\pi$ разрознены и немногочисленны: из pp , большинство из e^+e^- , в т.ч. из рад.распадов J/ψ
- В частности, наблюдение $X(2600)$ с $I^G J^{PC} = 0^+0^{-+}$ или 0^+2^{-+} .
- В перезарядке данных нет. Другой механизм может открыть доступ к другим состояниям.

Модернизированная установка ВЕС

Триггерные решения:

На пучковую частицу до мишени

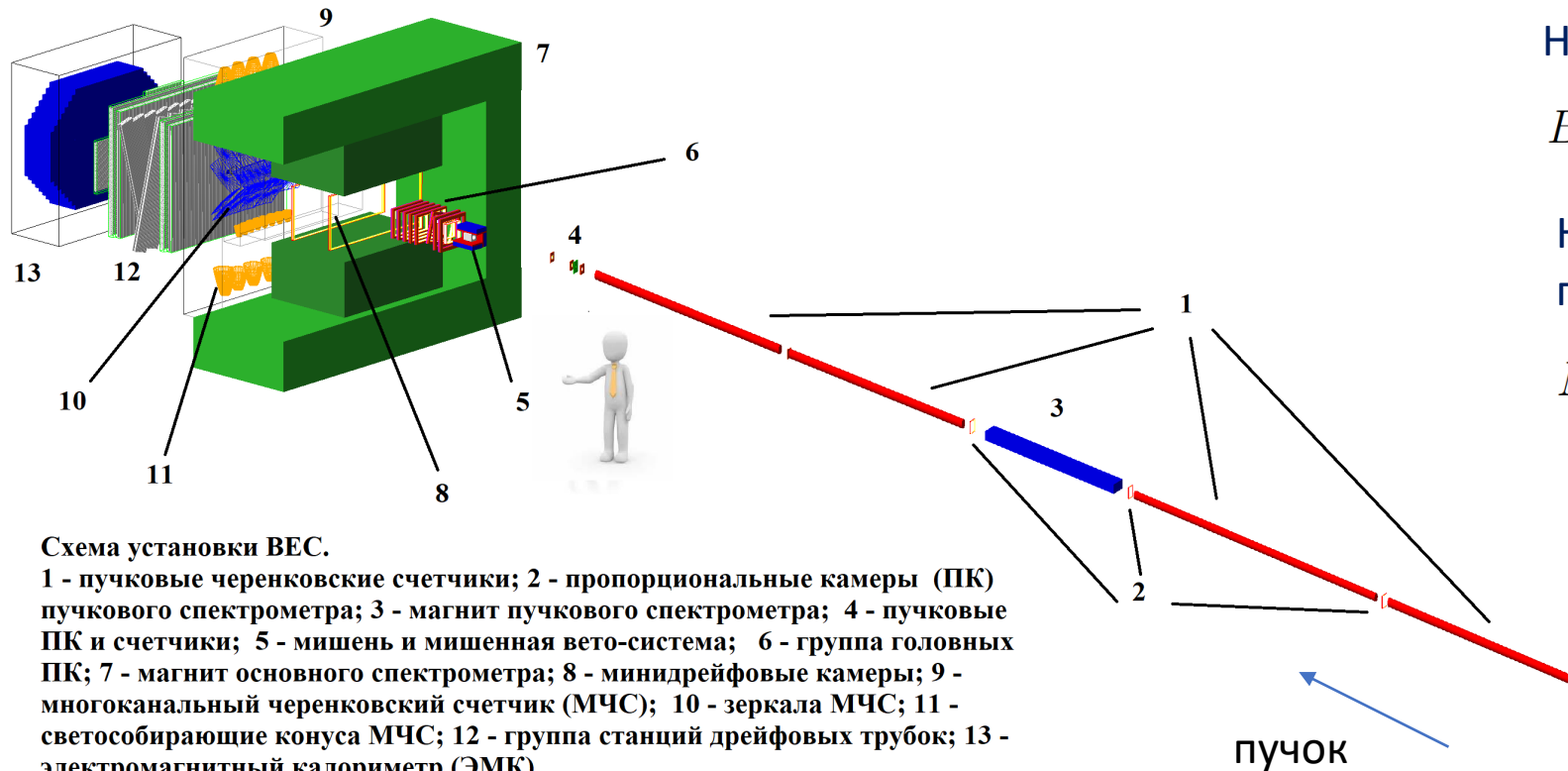
$$BEAM = S1 \cdot S2 \cdot S3 \cdot \overline{(A10 + A11)}$$

На выбывание пучковой частицы
после мишени -- взаимодействие

$$MWG = BEAM \cdot \overline{(BK1 + BK2)}$$

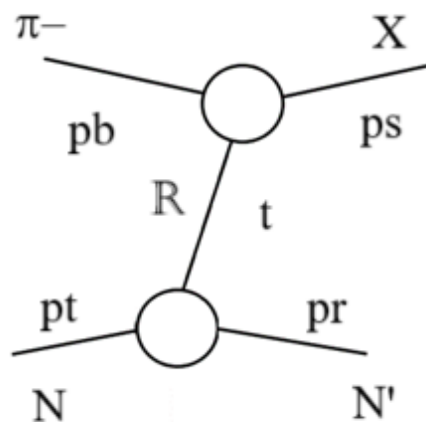
На отсутствие срабатываний вето –
взаимодействие
без фрагментации мишени

$$MAIN = MWG \cdot \overline{(VETO)}$$



Некоторые характеристики установки

- Пучок: 2 млн/с; $p=29$ ГэВ, $dp \sim \pm 1\%$; состав: 98% π^- , 1.6% K^- , 0.2% $\bar{p}$
- Пучковый спектрометр: точность 0.7%
- Мишень ^9Be $D=45$ мм, $L=40$ мм
- Мишенная вето – система с **грубой сегментацией** по сторонам вылета заряженных частиц и γ
- Спектрометрический магнит: $H \times V \sim 2 \times 1$ м², $\int B \, dL \sim 1.5$ Т*м
- Основной импульсный спектрометр: 0.5% (1.2%) @3 ГэВ (25 ГэВ)
- «Прозрачность» к γ : $< 15\% X_0$ до ЭМК
- ЭМК: разрешение @5 ГэВ 4% и 3.2 мм



R -- модель OPE

Инварианты:

квадрат переданного импульса t

квадрат недостающей массы mm^2

$$mm^2 = (p_{beam} + p_{target} - p_{system})^2$$

$$t = (p_{beam} - p_{system})^2 = (p_{recoil} - p_{target})^2$$

$$t' = |t| - |t|_{min}$$

Изучаемая эксклюзивная реакция

$$X = \eta' \pi^+ \pi^-$$

$$\eta' \rightarrow \rho \gamma \quad (\text{1TPL}) \quad \text{Br} = 29.5\%$$

$$\eta' \rightarrow \eta \pi^+ \pi^-$$

$$\eta \rightarrow \gamma \gamma \quad (\text{2TPL}) \quad \text{Br} = 16.75\%$$

$$\eta \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^0 \quad (\text{3TPL}) \quad \text{Br} = 9.62\%$$

$$N = n, p$$

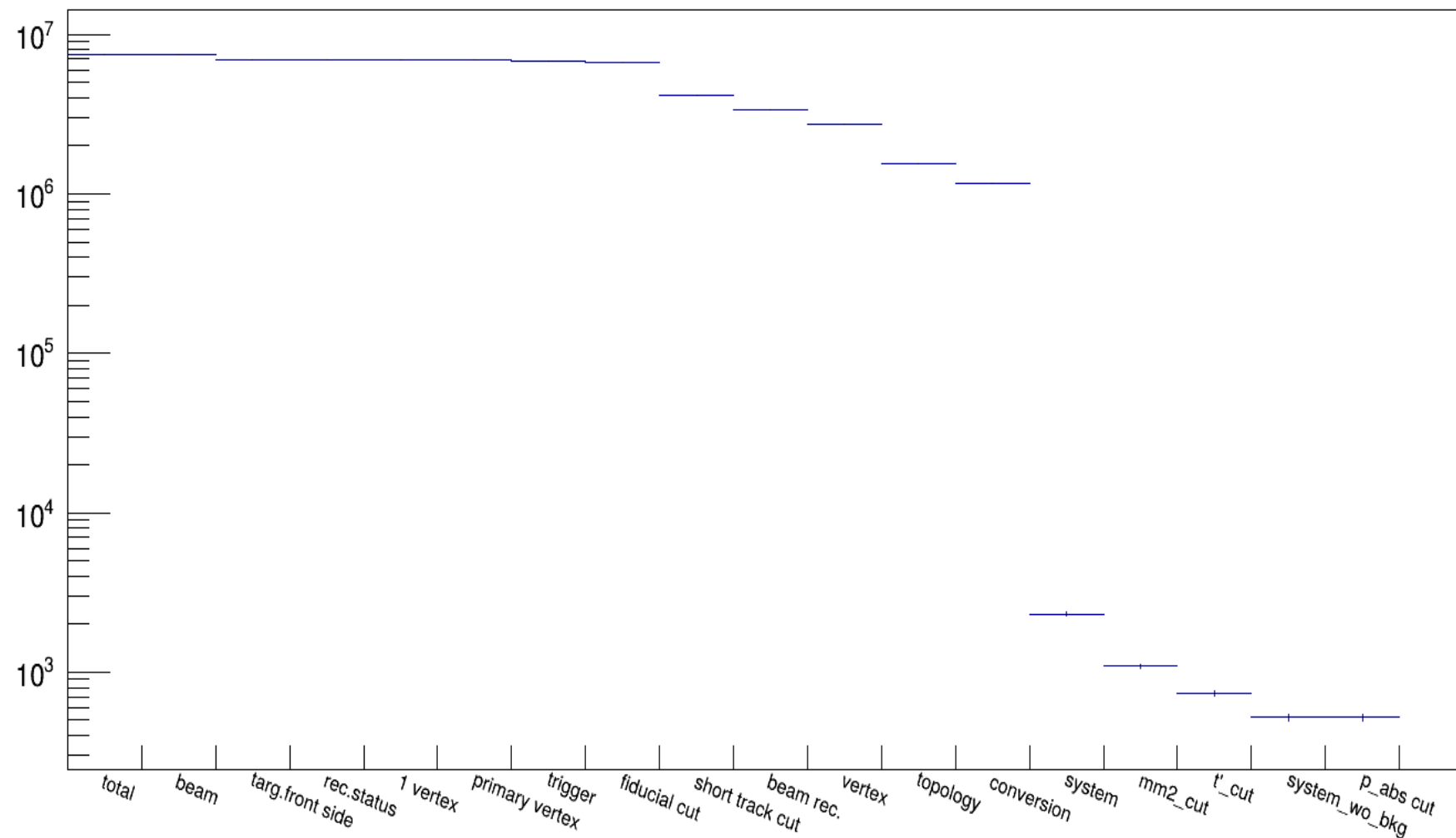
$$N' = (N^{*-}, \Delta^-), (n, N^{*0}, \Delta^0) \quad \text{-- прямо не детектируются}$$

VETO кратно подавляет события с Δ в Trig=MAIN

Отбор событий

- Данные 7-ми экспозиций 2013 - 2024 г. ($\sim 2.8 \cdot 10^{11}$ частиц через пучковый телескоп в live-time)
- Обработка по отдельным сеансам
 - Пучок через мишень
 - Топология конечного состояния согласно выбранной моде
 - Одна вершина в пределах мишени
 - Триггерные условия по выбору
 - Суммарный импульс зарегистрированных частиц вблизи импульса пучка
 - Наличие узких сигналов (π^0 , η , η') в соотв. спектрах масс согласно выбранной моде

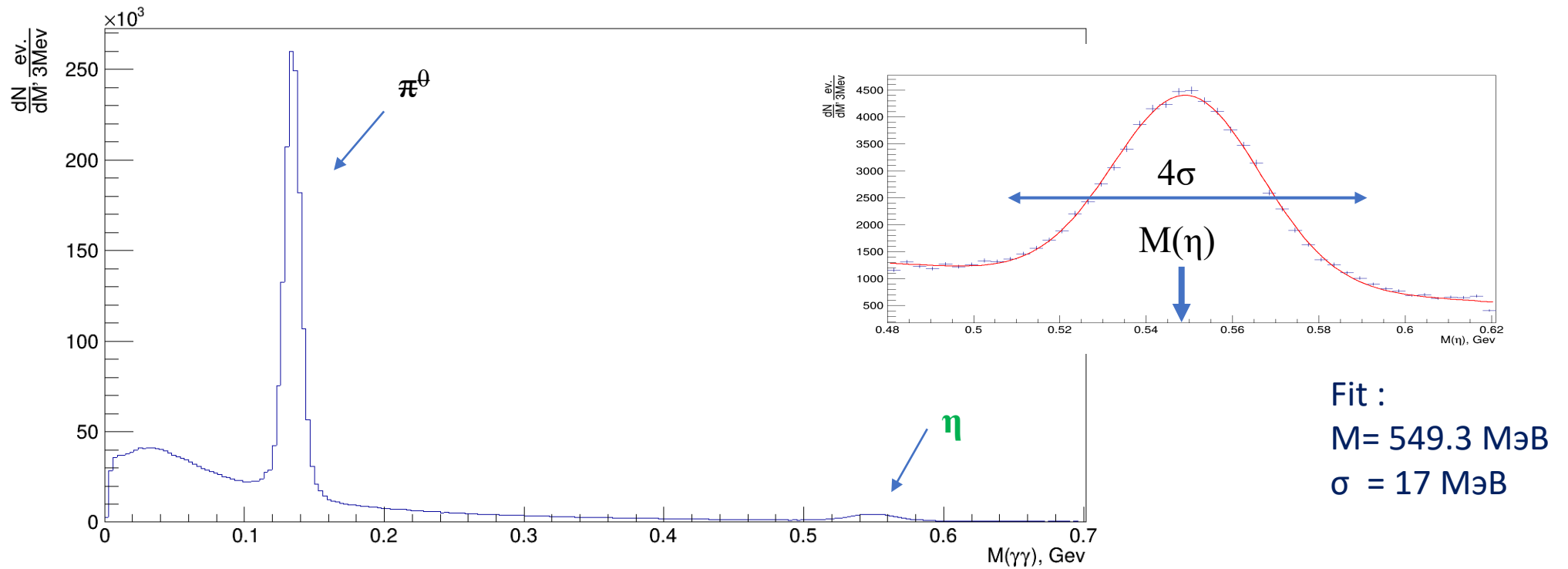
Прохождение событиями отборов



Иллюстрации к отборам

$$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- 2\gamma \quad (\text{Мода 2TPL})$$

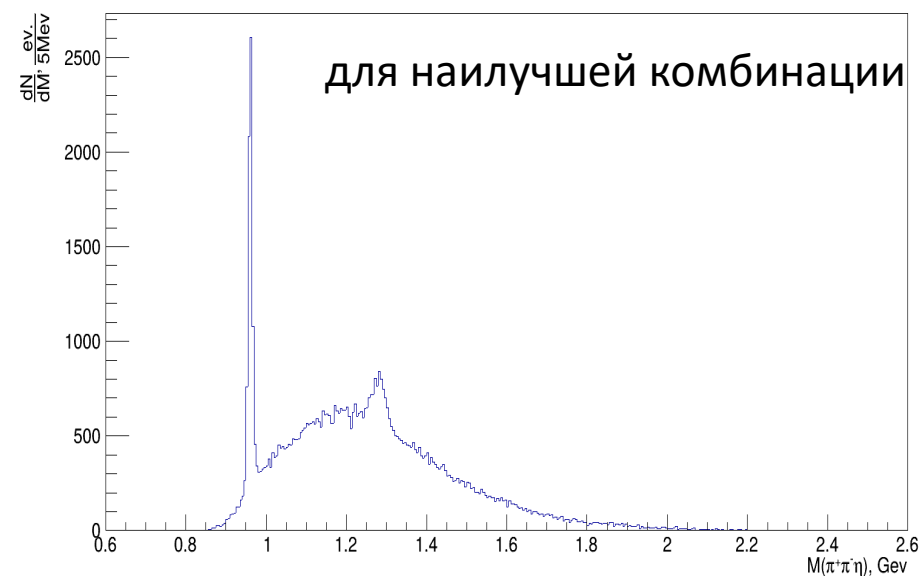
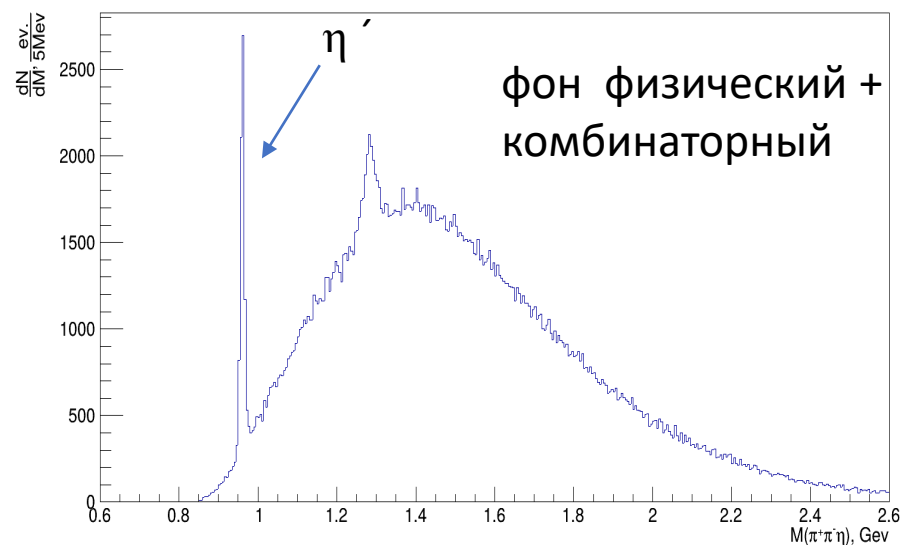
Спектр инв. масс 2γ



Иллюстрации к отборам (2)

$$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- 2\gamma \quad (\text{Мода 2TPL})$$

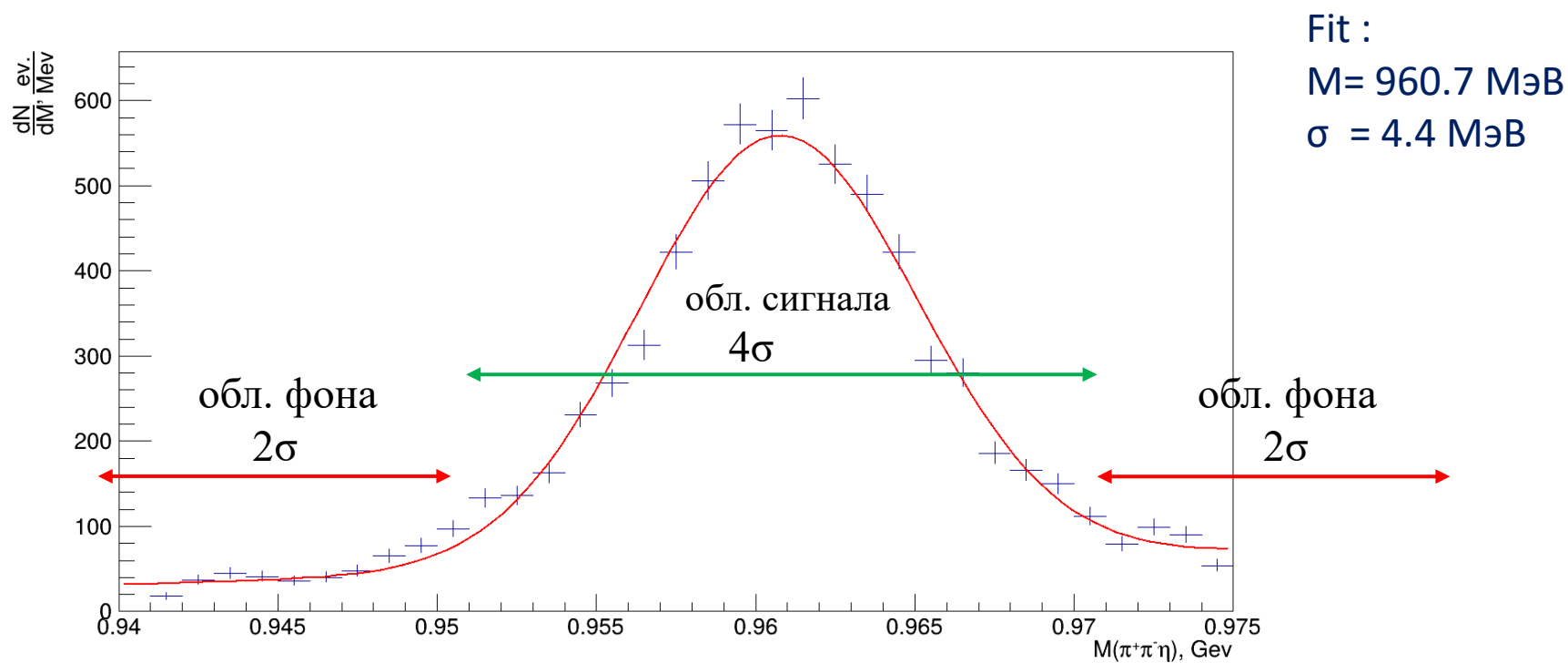
Спектр инв. масс $\pi\pi\eta$



Иллюстрации к отборам (3)

$$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- 2\gamma \quad (\text{Мода 2TPL})$$

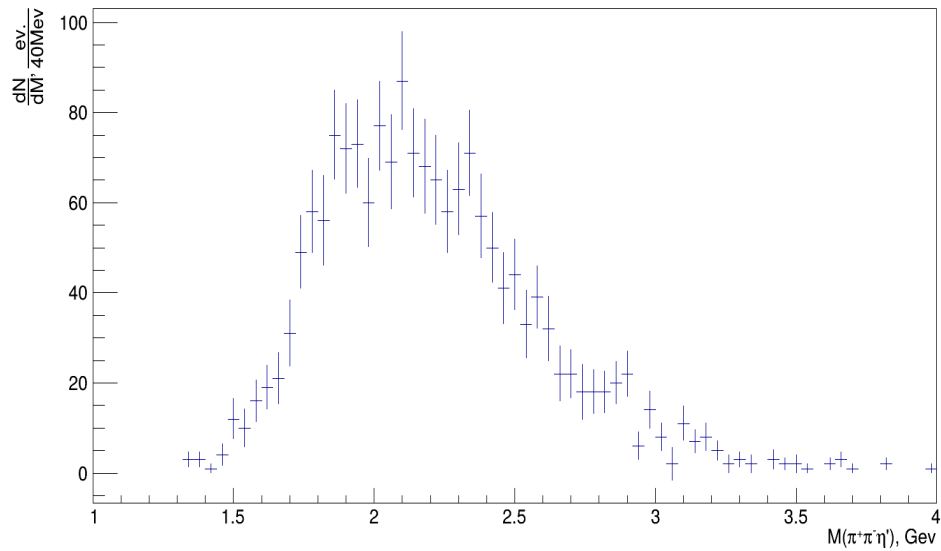
Спектр инв. масс $\pi\pi\eta$ (область η')



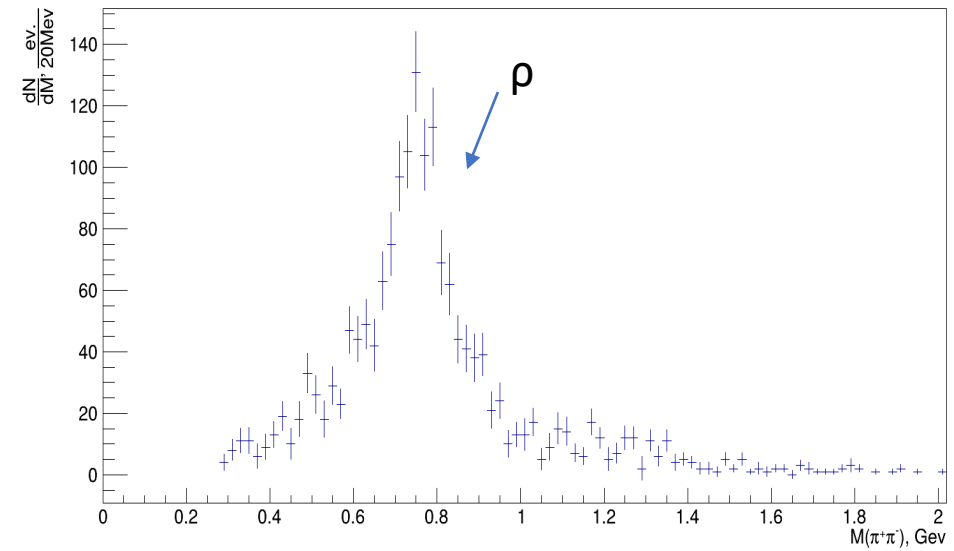
Характеристики отобранной системы

$$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- 2\gamma \quad (\text{Мода 2TPL})$$

Спектр инв. масс $\pi\pi\eta'$



Спектр инв. масс $\pi^+ \pi^-$

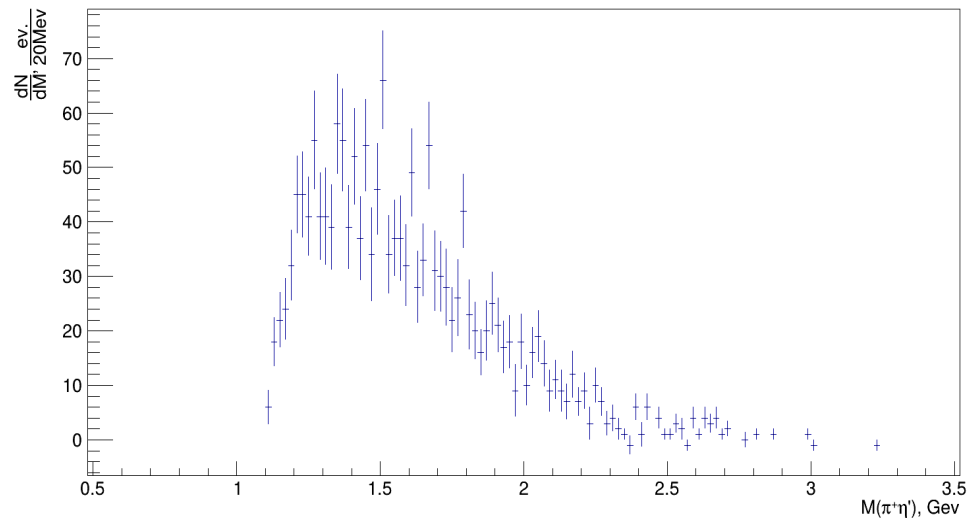


В системе $\pi\pi\eta'$ доминирует вклад $\rho\eta'$ -- изовекторные состояния

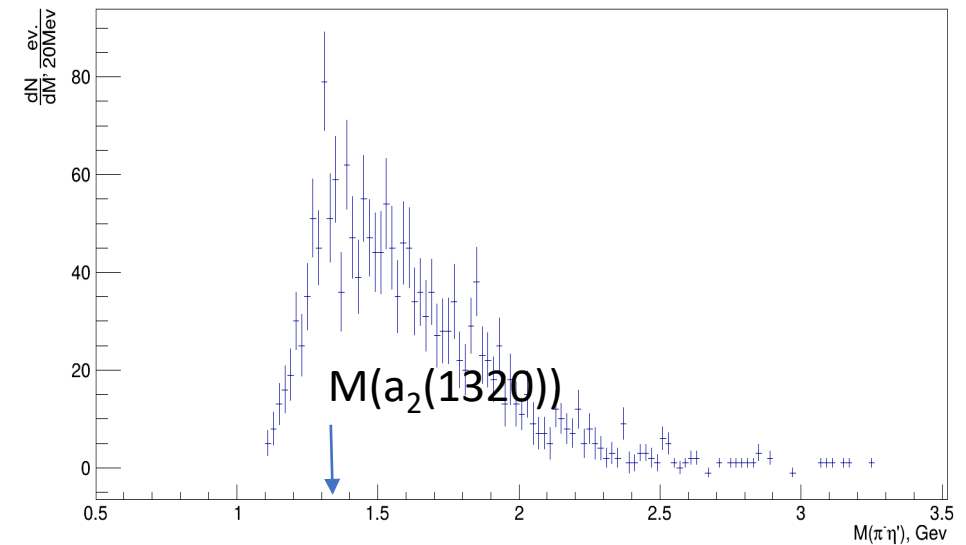
Характеристики отобранной системы (2)

$$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- 2\gamma \quad (\text{Мода 2TPL})$$

Спектр инв. масс $\pi^+ \eta'$



Спектр инв. масс $\pi^- \eta'$



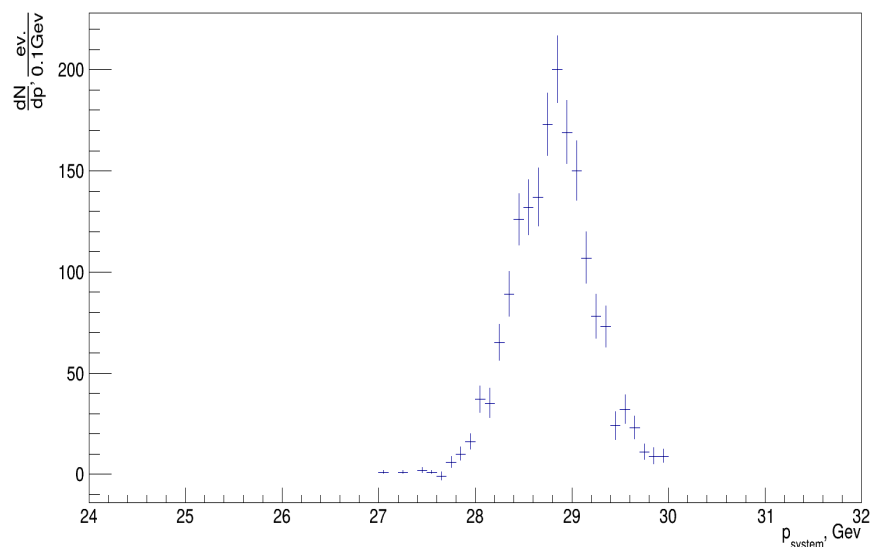
Других **явных** структур не наблюдается

$a_2(1320)$?

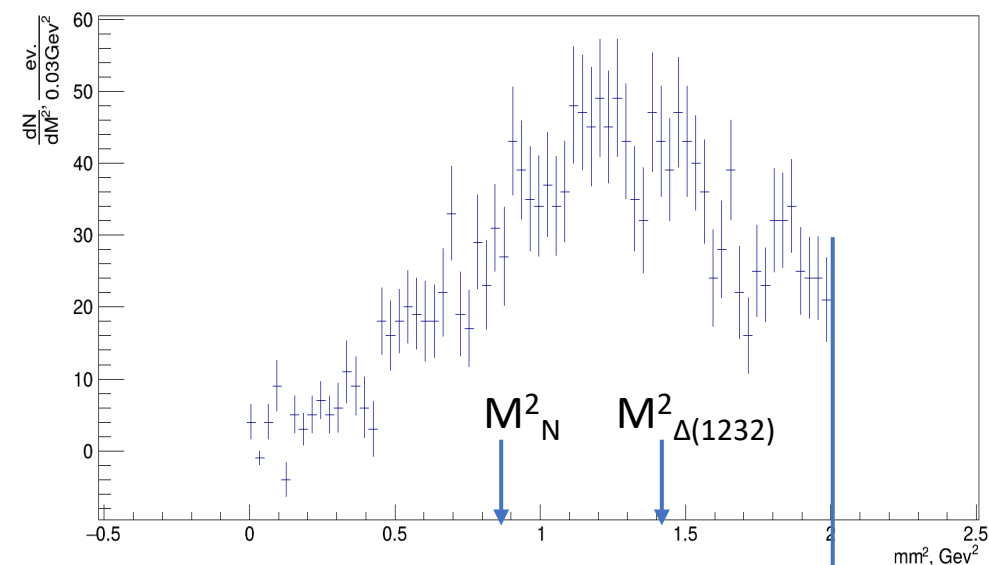
Характеристики отобранной системы (3)

$$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- 2\gamma \quad (\text{Мода 2TPL})$$

Спектр суммарного импульса системы



Спектр квадрата недостающей массы



Доминируют процессы с резонансами в барионной вершине

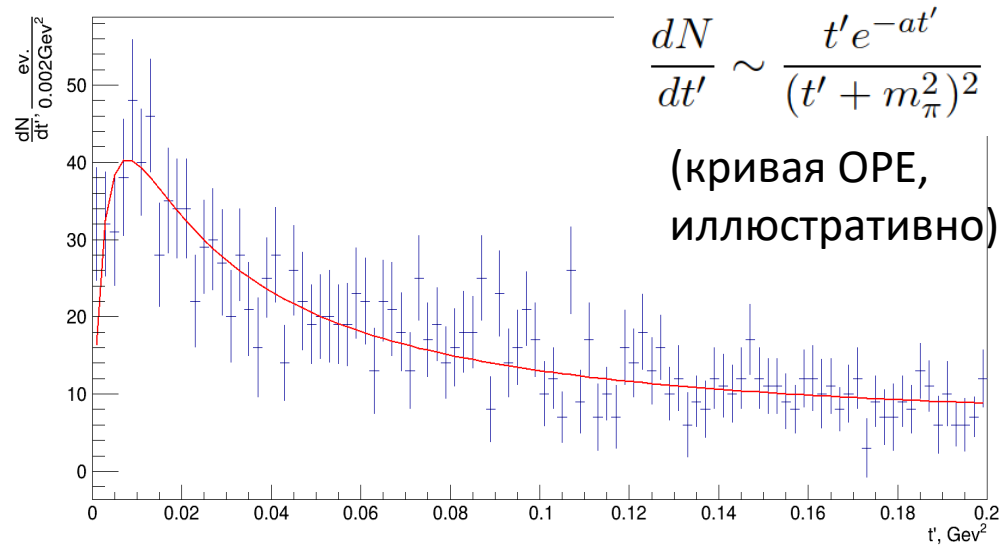
Область тяжелых резонансов сложная по составу и модам распада и не является предметом анализа

анализируемая
область

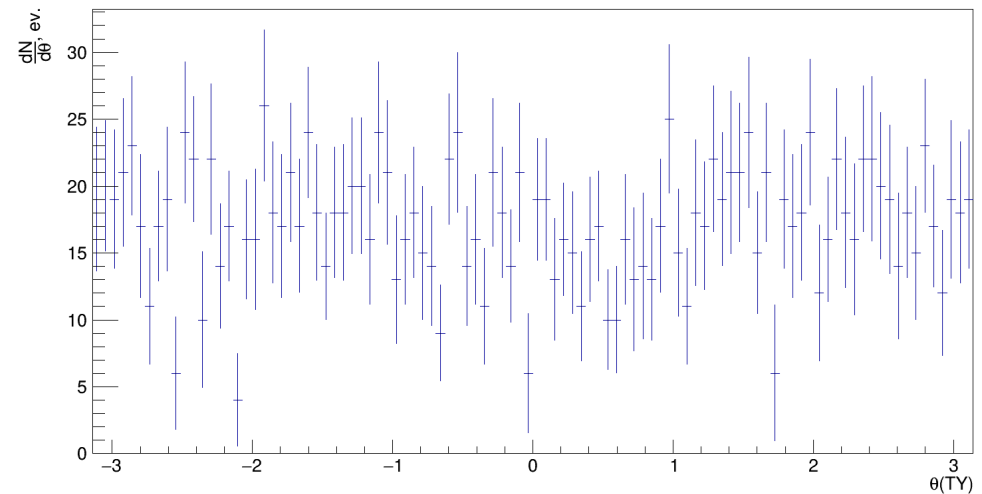
область тяжелых
резонансов

Характеристики отобранной системы (4)

t' - распределение



Распределение по углу Треймана - Янга для η'



Узость t' - распределения и равномерность распределения по ϕ_{TY} согласуются с моделью ОРЕ

Далее анализируется «стандартная» область $t' < 0.2 \text{ ГэВ}^2$

Характеристики отобранной системы (5)

$$\eta' \rightarrow \pi^+ \pi^- \eta \rightarrow \pi^+ \pi^- \pi^+ \pi^- \pi^0 \rightarrow 2\pi^+ 2\pi^- 2\gamma \quad \text{Мода 3TPL}$$

- Для канала 3TPL основные характеристики совместимы с 2TPL (с вычитанием фона не- η')
- Это свидетельство достаточно хорошего выделения системы

Но:

- Сложнее топология
- Ниже эффективность
- Меньше брэнчинг

➤ Для дальнейшего анализа (измерение сечения) **3TPL** пока **не используется**

Возможный фон

$$\pi^- Be \rightarrow \eta' \pi^+ \pi^- \cancel{\pi^-} A'$$

- Ожидаемый источник фона - дифракционная реакция с кратно б'ольшим сечением с потерей «лишнего» π^-
- ❖ Система $\eta' \pi^+ \pi^- \pi^-$ наблюдается, на этой основе сделаны модельные (Monte-Carlo) оценки
 - эффективности
 - вероятности утечки в реакцию перезарядки
 - влияния на спектр квадрата недостающей массы
- Сделан вывод о незначительности вклада этого фона

Измерение сечения реакций

стандартно для тонкой мишени
(без брэнчинга)

$$\sigma = \frac{N_{obs}(I) \cdot K_{trig}}{N_{beam}(I) \cdot \epsilon(I) \cdot n \cdot L}$$

N_{obs} — число наблюдаемых событий интересующего процесса в выбранном триггере

K_{trig} — коэффициент для учета аппаратного разрежения триггерных решений

ϵ — эффективность с учетом триггера и мгновенной интенсивности пучка I — из Монте-Карло

N_{beam} — число пучковых частиц через мишень в триггере BEAM (за то же «живое» время, что N_{obs})

n и L — концентрация **ядер** и длина мишени

A.A.Shumakov. The Methods of Measuring the Cross Sections of the Reactions in the VES Experiment.

Physics of Particles and Nuclei 56 (2025) 3, pp. 662–667

Сечение. Модель

➤ Детальная Монте-Карло модель установки и взаимодействия частиц с веществом

➤ Упрощенная модель кинематики процесса

- реалистичный пучок и вершина реакции

$$\frac{dN}{dt'} \sim \frac{t' e^{-at'}}{(t' + m_\pi^2)^2}$$

- t – распределение – согласно формулам ОРЕ для N ($J=1/2$) либо Δ ($J=3/2$)

$$\frac{dN}{dt'} \sim \frac{e^{-at'}}{(t' + m_\pi^2)^2}$$

- генерация X с массой m_s равномерно по φ_{TY} и $\cos\theta_{GJ}$ в системе Готтфрида - Джексона

- распад X равномерно по фазовому объему в изучаемое конечное состояние (2TPL)

- генерация отдачи: n , $\Delta(1232) \rightarrow N \pi$, $\Delta(1600) \rightarrow \Delta \pi$ (BW, изотропно по углам распада в СЦМ)

Сечение. Модель отдачи

Отношение вероятностей входных каналов для ${}^9\text{Be}$ $p:n = 4:5$.

Зарядовые состояния и моды распада – по коэф. Клебша.

$\Delta(1232)$

$$p\pi^- \rightarrow \Delta^0 \rightarrow p\pi^- \quad 4 \cdot 1 \cdot 1/3 = 4/3$$

$$p\pi^- \rightarrow \Delta^- \rightarrow n\pi^0 \quad 4 \cdot 1 \cdot 2/3 = 8/3$$

$$n\pi^- \rightarrow \Delta^- \rightarrow n\pi^- \quad 5 \cdot 3 \cdot 1 = 15$$

« $\Delta(1600)$ »

эффективное описание
области больших mm^2

$$p\pi^- \rightarrow \Delta^0 \rightarrow \Delta^0\pi^0 \rightarrow p\pi^-\pi^0 \quad 4 \cdot 1 \cdot 1/15 \cdot 1/3 = 4/45$$

$$p\pi^- \rightarrow \Delta^0 \rightarrow \Delta^0\pi^0 \rightarrow n\pi^0\pi^0 \quad 4 \cdot 1 \cdot 1/15 \cdot 2/3 = 8/45$$

$$p\pi^- \rightarrow \Delta^0 \rightarrow \Delta^-\pi^+ \rightarrow n\pi^-\pi^+ \quad 4 \cdot 1 \cdot 2/5 \cdot 1 = 8/5$$

$$p\pi^- \rightarrow \Delta^0 \rightarrow \Delta^+\pi^- \rightarrow p\pi^0\pi^- \quad 4 \cdot 1 \cdot 8/15 \cdot 2/3 = 64/45$$

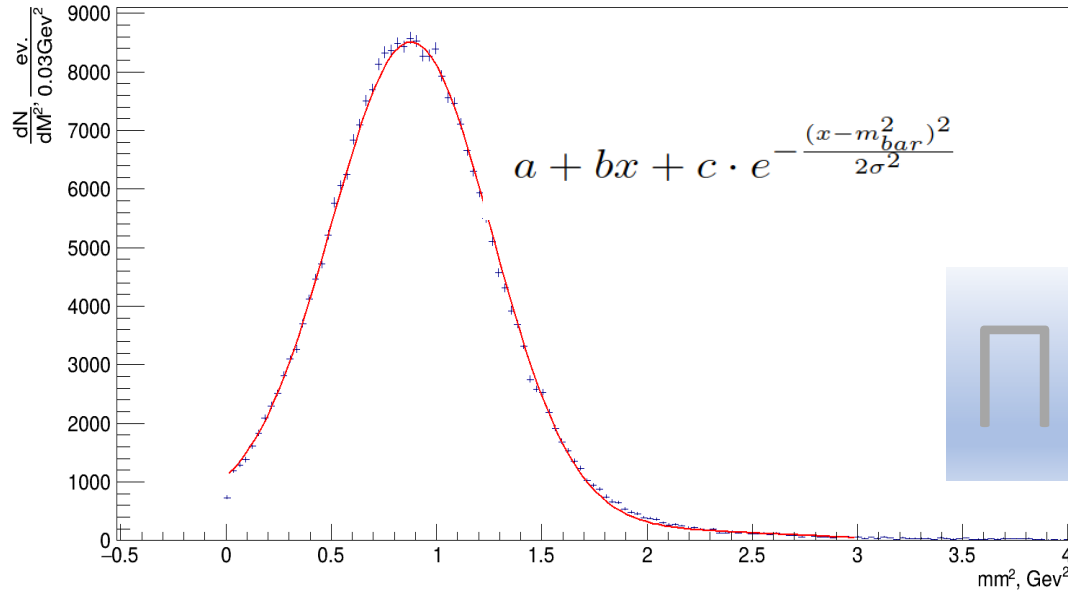
$$p\pi^- \rightarrow \Delta^0 \rightarrow \Delta^+\pi^- \rightarrow n\pi^+\pi^- \quad 4 \cdot 1 \cdot 8/15 \cdot 1/3 = 32/45$$

$$n\pi^- \rightarrow \Delta^- \rightarrow \Delta^-\pi^0 \rightarrow n\pi^-\pi^0 \quad 5 \cdot 3 \cdot 3/5 \cdot 1 = 9$$

$$n\pi^- \rightarrow \Delta^- \rightarrow \Delta^0\pi^- \rightarrow p\pi^-\pi^- \quad 5 \cdot 3 \cdot 2/5 \cdot 1/3 = 2$$

$$n\pi^- \rightarrow \Delta^- \rightarrow \Delta^0\pi^- \rightarrow n\pi^0\pi^- \quad 5 \cdot 3 \cdot 2/5 \cdot 2/3 = 4$$

Сечение. Модель отдачи (2)



← Модельная функция $f_1(mm^2)$ для компоненты n

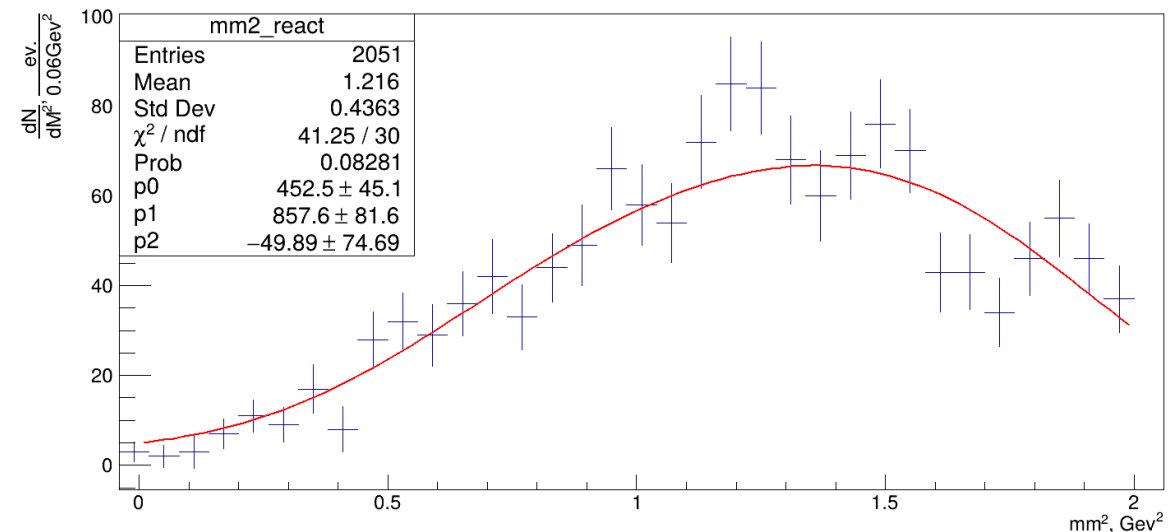
Предварительно

Подгонка данных в MAIN 3-мя
модельными функциями

$$f(x) = n_1 f_1(x) + n_2 f_2(x) + n_3 f_3(x)$$

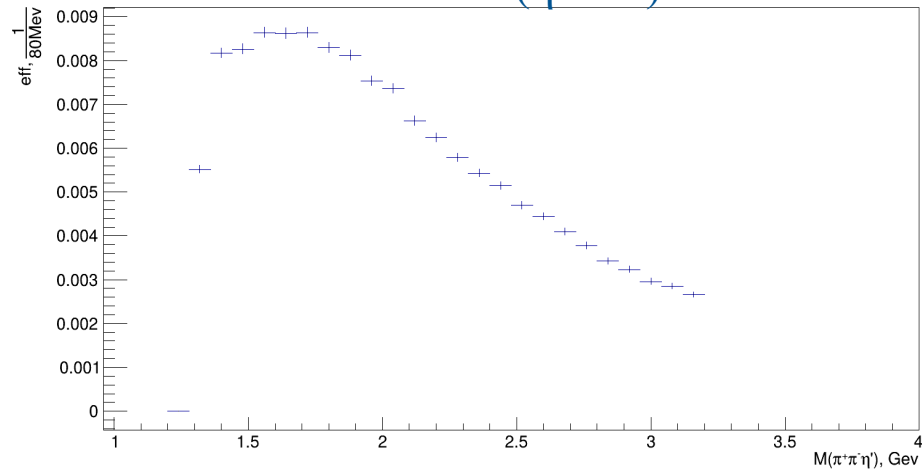
Отношение компонент в исходной смеси с
учётом эффективности

$$n : \Delta(1232) = 0.13$$

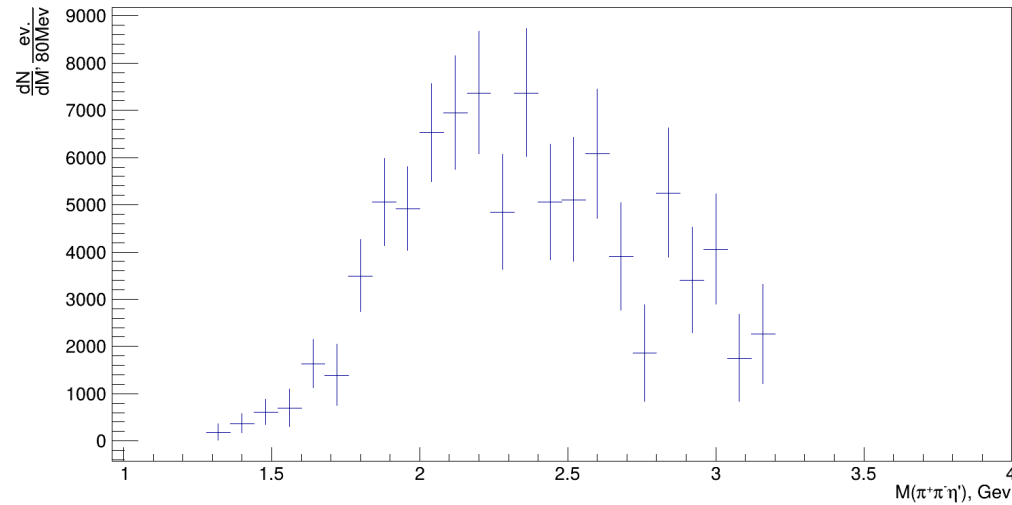
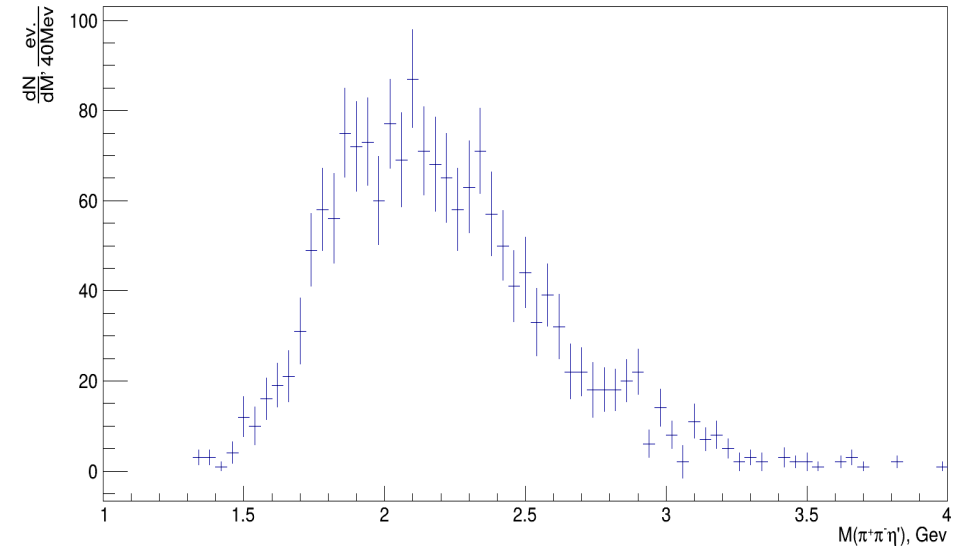


Сечение. Эффективность и спектры в MAIN

Эффективность в
зависимости от $M(\eta' \pi^+ \pi^-)$



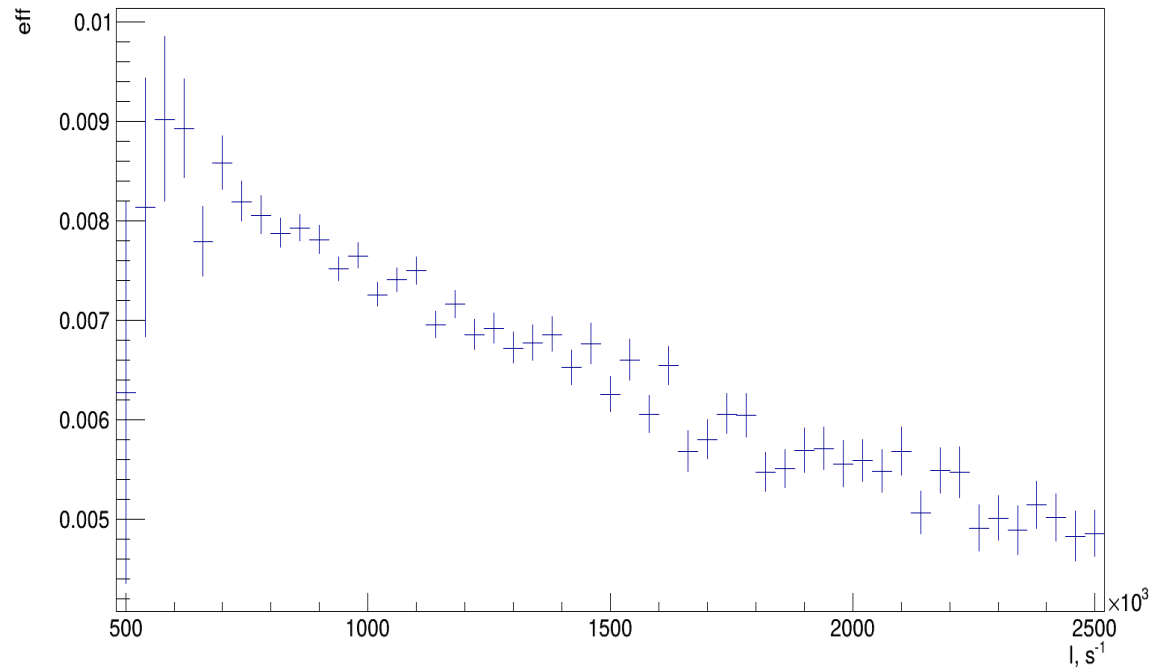
Спектр $M(\eta' \pi^+ \pi^-)$



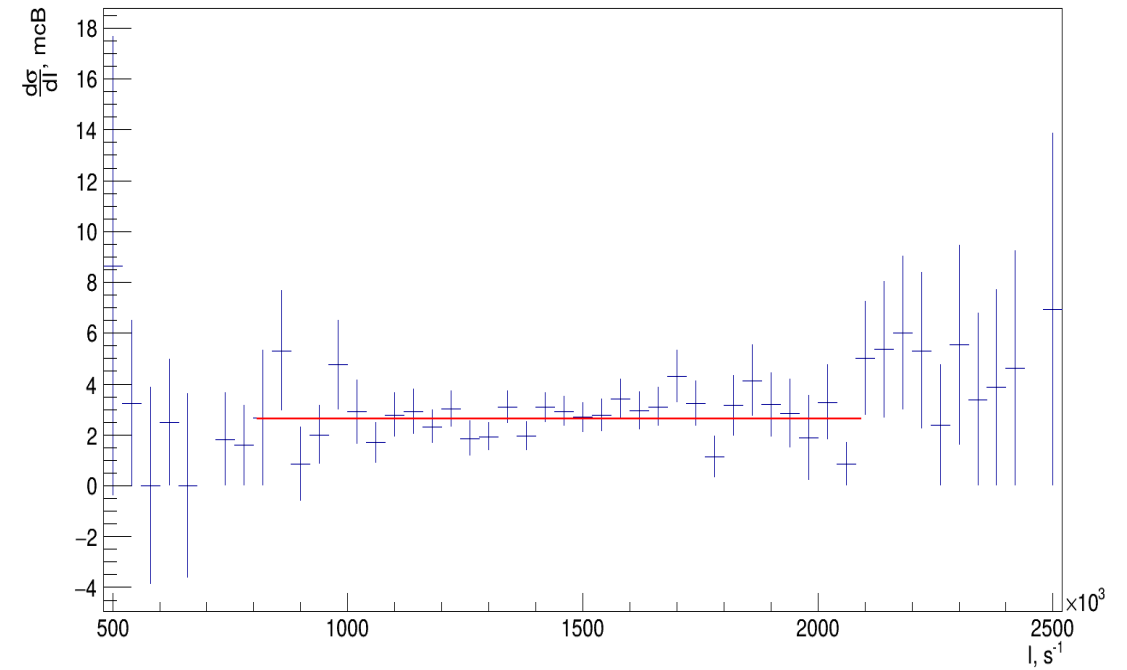
Спектр $M(\eta' \pi^+ \pi^-)$ с
учетом эффективности

Сечение: учет интенсивности пучка

Зависимость эффективности
от интенсивности



(НЕ) зависимость сечения
от интенсивности



Итог: сечение на ядро ^9Be

сеанс	сечение, мкб
run44	1.92 ± 0.11
run45	1.80 ± 0.16
run47	1.55 ± 0.22
run48	2.29 ± 0.22
run59	1.32 ± 0.17
run60	1.96 ± 0.47
run62	1.55 ± 0.27

≈ 2 тыс. событий по всем экспозициям

Trig=MAIN

2TPL с Br=16.8%

Предварительно

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n \ \eta' \pi^+ \pi^-, t' < 0.2 \text{ ГэВ}^2, P=29 \text{ ГэВ}, ^9\text{Be}) = 1.78 \pm 0.07 \text{ мкБн}$$

Ошибка стат.

Оценка сист. неопределенности – фактор 1.5

Обсуждение результатов

- $\eta' \pi^+ \pi^-$ образуется преимущественно в состояниях с $I=1$ $\rho \eta'$
- Не противоречит ОРЕ
- Доминирует процесс с $\Delta(1232)$, процесс с n значим.
- $\sigma(\pi^- p \rightarrow n \eta' \pi^+ \pi^-, t' < 0.2 \text{ ГэВ}^2, \text{target} = {}^9\text{Be}) = 1.78 \pm 0.07 \text{ (стат.) мкБн}$

➤ Приведение к протонной мишени для сопоставления с другими данными:

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n X, Z) = \sigma(\pi^- p \rightarrow n X, p) * Z^{2/3} \rightarrow$$

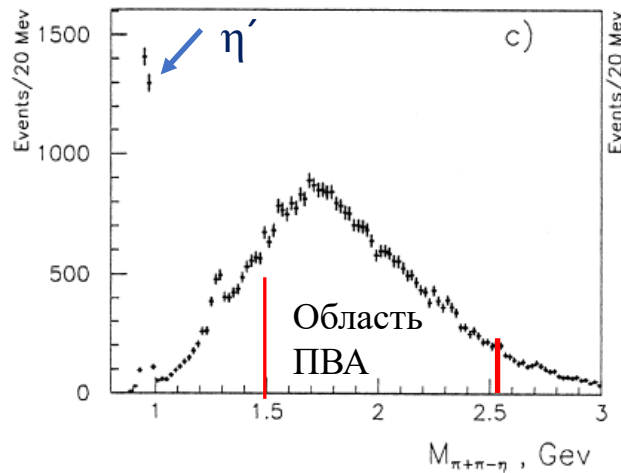
$$\sigma(\pi^- p \rightarrow n \eta' \pi^+ \pi^-, t' < 0.2 \text{ ГэВ}^2, P=29 \text{ ГэВ}, \text{target} = p) \approx 0.7 \text{ мкБн (BES, 2025)}$$

Обсуждение результатов (2)

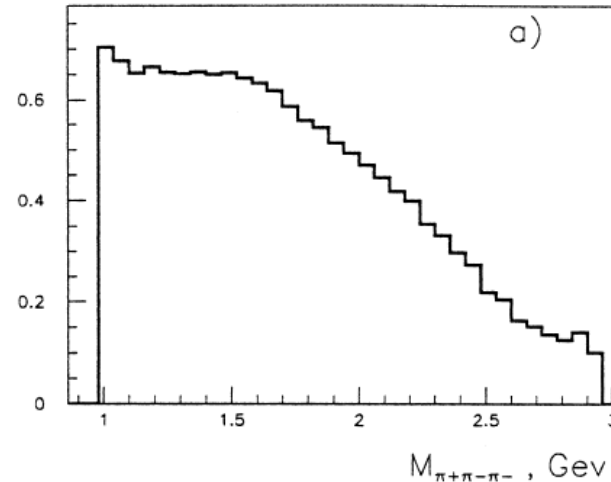
Естественная гипотеза для $\pi\pi \rightarrow R$ с $I=1$: $J^{PC} = 1^-, 3^-, \dots$

ПВА сходной сист. $\eta \pi^+\pi^-$ (BES, Nuclear Physics A 668 (2000) 83-96): **ИНТЕНСИВНОСТИ ОСНОВНЫХ ВОЛН**

Спектр $M(\eta\pi^+\pi^-)$

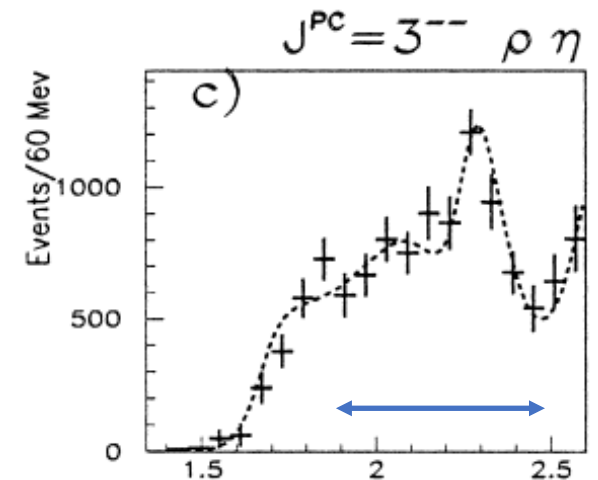
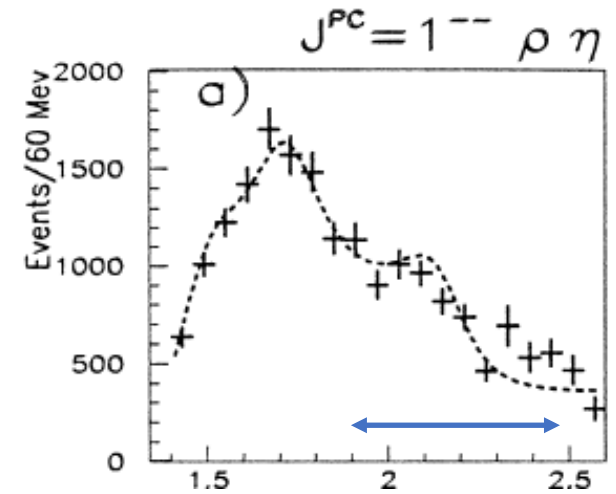


Эффективность от $M(\eta\pi^+\pi^-)$



Сечение (BES, 2000) не приведено. Для оценки:

- нормировка на пик $\eta' \rightarrow \eta\pi^+\pi^-$
- $\sigma(\pi^- p \rightarrow \eta' (\rightarrow 2\gamma) n, |t| < 1.5 \text{ ГэВ}^2, P=15-40 \text{ ГэВ})$ Phys.Let. 83B (1979) 1
- интенсивности $1^-, 3^-$
- эффективность
- приведение сечений к одному Р пучка и диапазону по t



Обсуждение результатов (3)

- Результат оценки:

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow \rho\eta \ 1^{--} ; 1.9\text{--}2.3 \text{ ГэВ}; |t| < 0.2 \text{ ГэВ}^2; P=27 \text{ ГэВ}; \text{target} = p) \approx 0.6 \text{ мкБн}$$

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow \rho\eta \ \{1^{--} + 3^{--}\}; 1.9\text{--}2.5 \text{ ГэВ}) \approx 1.8 \text{ мкБн}$$

- Новое сечение ВЕС-2025 для $\rho\eta'$ -- в этом диапазоне
- с учетом неопределённостей совместимо с обеими значениями для $\rho\eta$

➤ Подходящий объект для рассмотрения: $\rho(2150)$

Обсуждение результатов (4)

$\rho(2150)$ наблюдается в ряде реакций: e^+e^- π^-p $p\bar{p}$

$\rho(2150)$

OMITTED FROM SUMMARY TABLE
This entry was previously called $T_1(2190)$. See the review on "Spectroscopy of Light Meson Resonances."

$\rho(2150)$ MASS

e^+e^- PRODUCED	VALUE (MeV)	EVTs	DOCUMENT ID	TECN	COMMENT
● ● ● We do not use the following data for averages, fits, limits, etc. ● ● ●					
	2034 ± 13 ± 9		1 ABLIKIM	21A BES3	$e^+e^- \rightarrow \omega\pi^0$
	2111 ± 43 ± 25		2 ABLIKIM	21X BES3	$e^+e^- \rightarrow \eta'\pi^+\pi^-$
	2255 $+17$ $+50$ -18 -41	1.8k	3 ABLIKIM	20F BES3	$\psi(2S) \rightarrow K^+K^-\eta$
	2201 ± 19		4 LEES	20 BABR	$e^+e^- \rightarrow K^+K^-\gamma$
	2227 ± 9 ± 9		5 LEES	20 RVUE	$e^+e^- \rightarrow K^+K^-$
	2039 ± 8 $+36$ -18		6 ABLIKIM	19AQ BES	$J/\psi \rightarrow K^+K^-\pi^0$
	2239.2 ± 7.1 ± 11.3		7 ABLIKIM	19L BES3	$e^+e^- \rightarrow K^+K^-$
	2254 ± 22		8 LEES	12G BABR	$e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-\gamma$
	2150 ± 40 ± 50		AUBERT	07AU BABR	10.6 $e^+e^- \rightarrow f_1(1285)\pi^+\pi^-\gamma$
	1990 ± 80		AUBERT	07AU BABR	10.6 $e^+e^- \rightarrow \eta'\pi^+\pi^-\gamma$
	2153 ± 37		BIAGINI	91 RVUE	$e^+e^- \rightarrow \pi^+\pi^-$, K^+K^-
	2110 ± 50		9 CLEGG	90 RVUE	$e^+e^- \rightarrow 3(\pi^+\pi^-)$, $2(\pi^+\pi^-\pi^0)$

$\rho(2150)$ DECAY MODES

Mode	Fraction (Γ_i/Γ)
Γ_1 e^+e^-	
Γ_2 $\pi^+\pi^-$	seen
Γ_3 K^+K^-	seen
Γ_4 $3(\pi^+\pi^-)$	seen
Γ_5 $2(\pi^+\pi^-\pi^0)$	seen
Γ_6 $\eta'\pi^+\pi^-$	seen
Γ_7 $f_1(1285)\pi^+\pi^-$	seen
Γ_8 $\omega\pi^0$	seen
Γ_9 $\omega\pi^0\eta$	seen
Γ_{10} $p\bar{p}$	

а также в
 $\eta\rho$ (БЕС, 2000)

ВОЗМОЖНО В
 $\eta'\rho$ (БЕС, 2025)

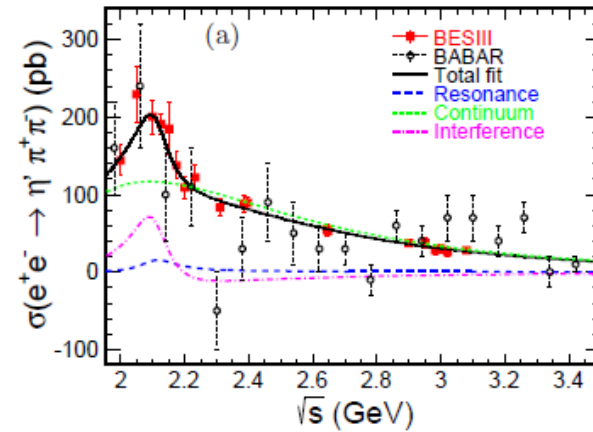
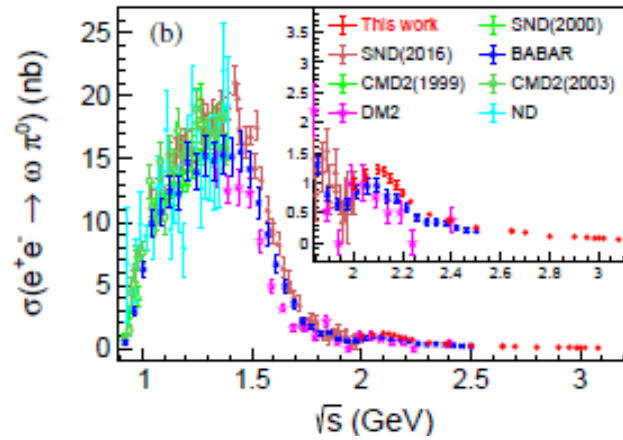
и в
 $\phi\pi$ (БЕС, 2024)

Physics of Particles and Nuclei Letters v.22 (2025) 1, p.131–136

1^- в $\phi\pi^0$

Обсуждение результатов (5)

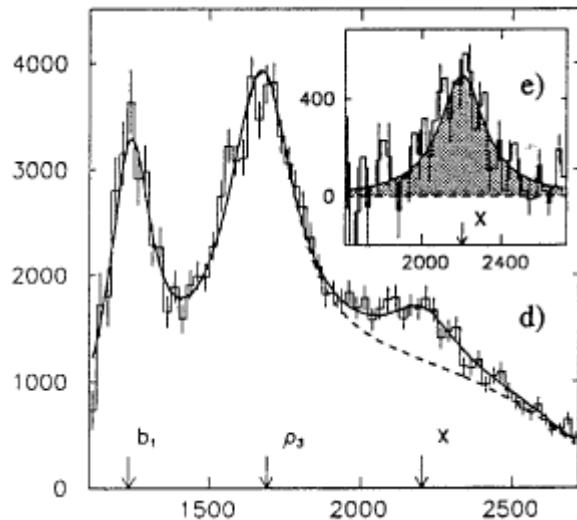
Сравнение вероятностей каналов распада для $\rho/X(2150)$



а) в e^+e^- (BESIII): 2 модели подгонки

$$R_1 = \Gamma(\rho\eta') : \Gamma(\omega\pi) = 0,69 \pm 0,4$$

$$R_2 = \Gamma(\rho\eta') : \Gamma(\omega\pi) = 0,019 \pm 0,020$$



б) в πp

$$\sigma(X, P=27 \text{ ГэВ}) \cdot \text{BR}(\omega\pi) \approx 0.24 \text{ мкБн}$$

(GAMS – IHEP, GAMS – CERN)

$$\sigma(\pi^- p \rightarrow Xn) \cdot \text{BR}(X \rightarrow \omega\pi^0) = \begin{cases} 120 \pm 25 \text{ nb} & \text{at } 38 \text{ GeV/c} \\ 20 \pm 6 \text{ nb} & \text{at } 100 \text{ GeV/c} \end{cases}$$

$$\sigma(X) \cdot \text{BR}(\rho\eta') \approx \begin{cases} 0.7 \text{ мкБн} & \text{(при доминировании } 1^-) \\ 0.3 \text{ мкБн} & \text{(при сравнимых вкладах } 1^- \text{ и } 3^-) \end{cases}$$

(БЕС, 2025)

$$R = \text{Br}(\rho\eta') : \text{Br}(\omega\pi) \approx 1. -- 2.9$$

Заключение

- ✓ На установке ВЕС (У-70) впервые в реакции перезарядки наблюдается система $\eta' \pi \pi$
- ✓ Совместимо с ОРЕ
- ✓ $\sigma(\pi^- p \rightarrow n \eta' \pi^+ \pi^-, t' < 0.2 \text{ ГэВ}^2, P=29 \text{ ГэВ, target} = {}^9\text{Be}) = 1.78 \pm 0.07 \text{ (стат.) мкБн}$
- ✓ В спектре масс с максимумом около 2.2 ГэВ доминирует вклад $\rho \eta'$
- ✓ В предположении о наблюдении $\rho(2150) \rightarrow \rho \eta'$ и на основе литературных данных оценено $R = \text{Br}(\rho(2150) \rightarrow \rho \eta') : \text{Br}(\rho(2150) \rightarrow \omega \pi) \approx 1. -- 2.9$ -- относительно близко к результату BESIII в одной модели и закрывает альтернативную модель
- ✓ Подтверждение может быть получено в парциально-волновом анализе $\eta' \pi \pi$

Об эффективности

- Усредненно по всем переменным системы «верхней» вершины, кроме m_s — массы $\eta' \pi^+ \pi^-$
- Наблюдается факторизация эффективности по «верхней» и «нижней» вершинам
- Для нижней вершины аргумент mm^2 включает (квадрат) массу отдачи **и характер распада**

$$\epsilon_{tot}(m_s, mm^2) = \epsilon_1(m_s) \cdot \epsilon_2(mm^2)$$

$$\epsilon_{tot}(m_s) = \int \epsilon_1(m_s) \cdot \epsilon_2(mm^2) d(mm^2) = \epsilon_2 \cdot \epsilon_1(m_s)$$

$$\epsilon_{tot}(m_s, n) = \epsilon_2(n) \cdot \epsilon_1(m_s)$$

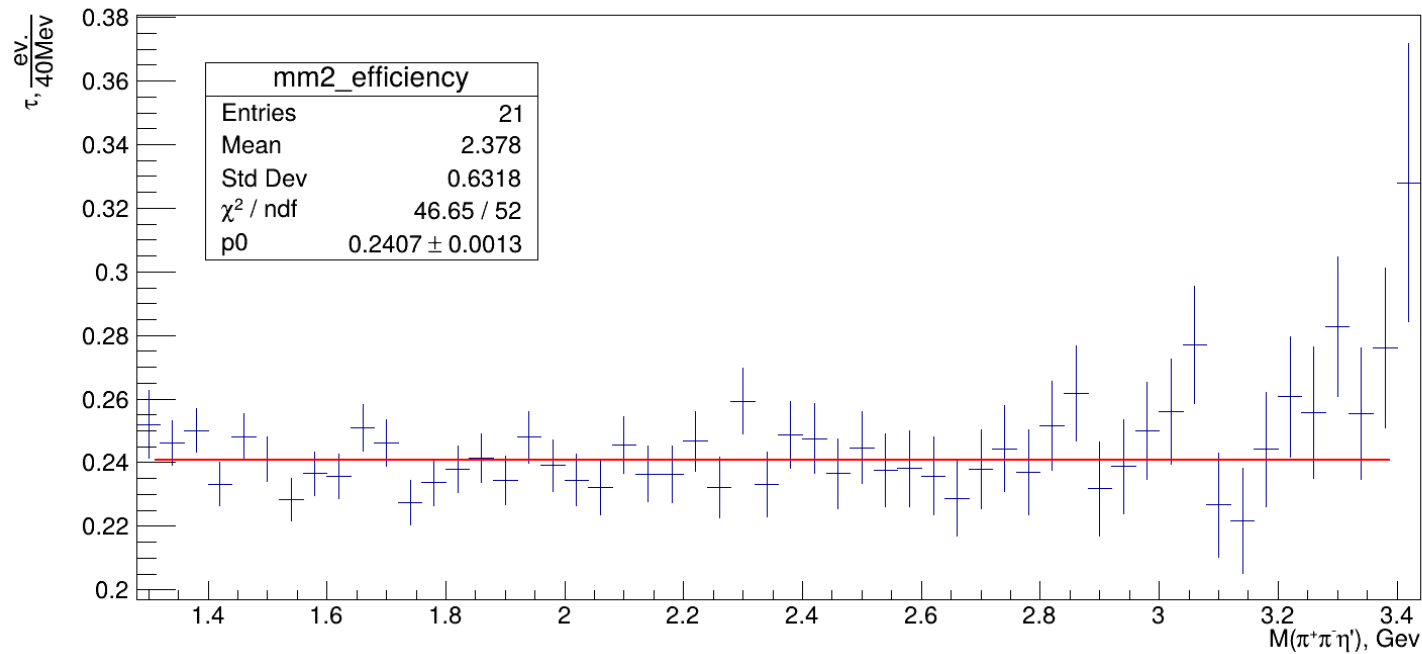
$$\epsilon_{tot}(m_s, \Delta) = \epsilon_2(\Delta) \cdot \epsilon_1(m_s)$$

$$\tau = \epsilon_{tot}(m_s, \Delta) / \epsilon_{tot}(m_s, n) = \epsilon_2(\Delta) / \epsilon_2(n)$$

Об эффективности (2)

Отношение τ эффективностей в триггере MAIN

для реакций $\pi^- p \rightarrow n \eta' \pi^+ \pi^-$ и $\pi^- N \rightarrow \Delta \eta' \pi^+ \pi^-$

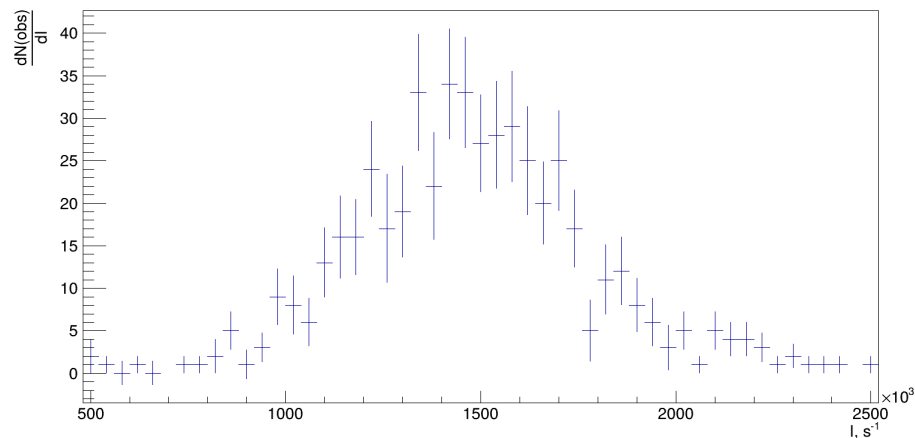


$$\tau = \text{const}(m_s)$$

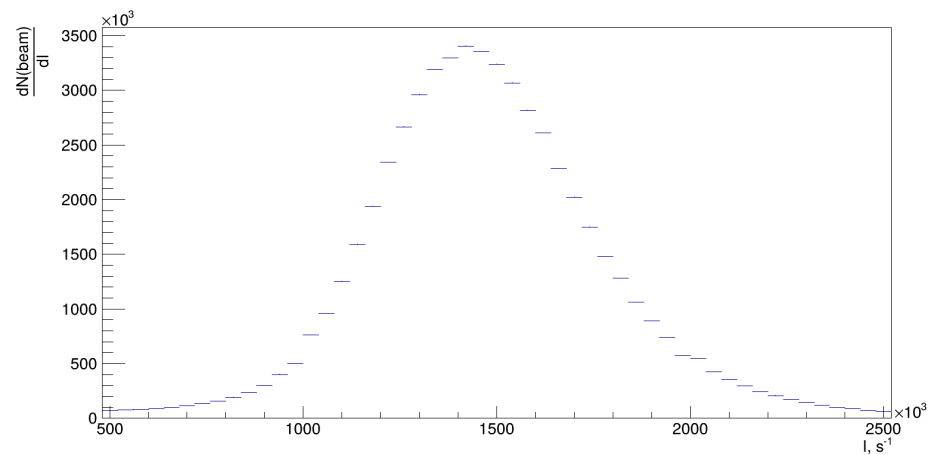
$$\tau(\text{Trig=MWG}) \sim 0.9$$

$$\tau(\text{Trig=MAIN}) = 0.24 \quad \text{из-за VETO}$$

Об эффективности (3)



Распределение по интенсивности пучка для событий изучаемой реакции



Распределение по интенсивности пучка для пучковых событий