

Участие ОИЯИ в программе
физических исследований на
установке BESIII
(тема 1123)

Отчет и предложение по продлению

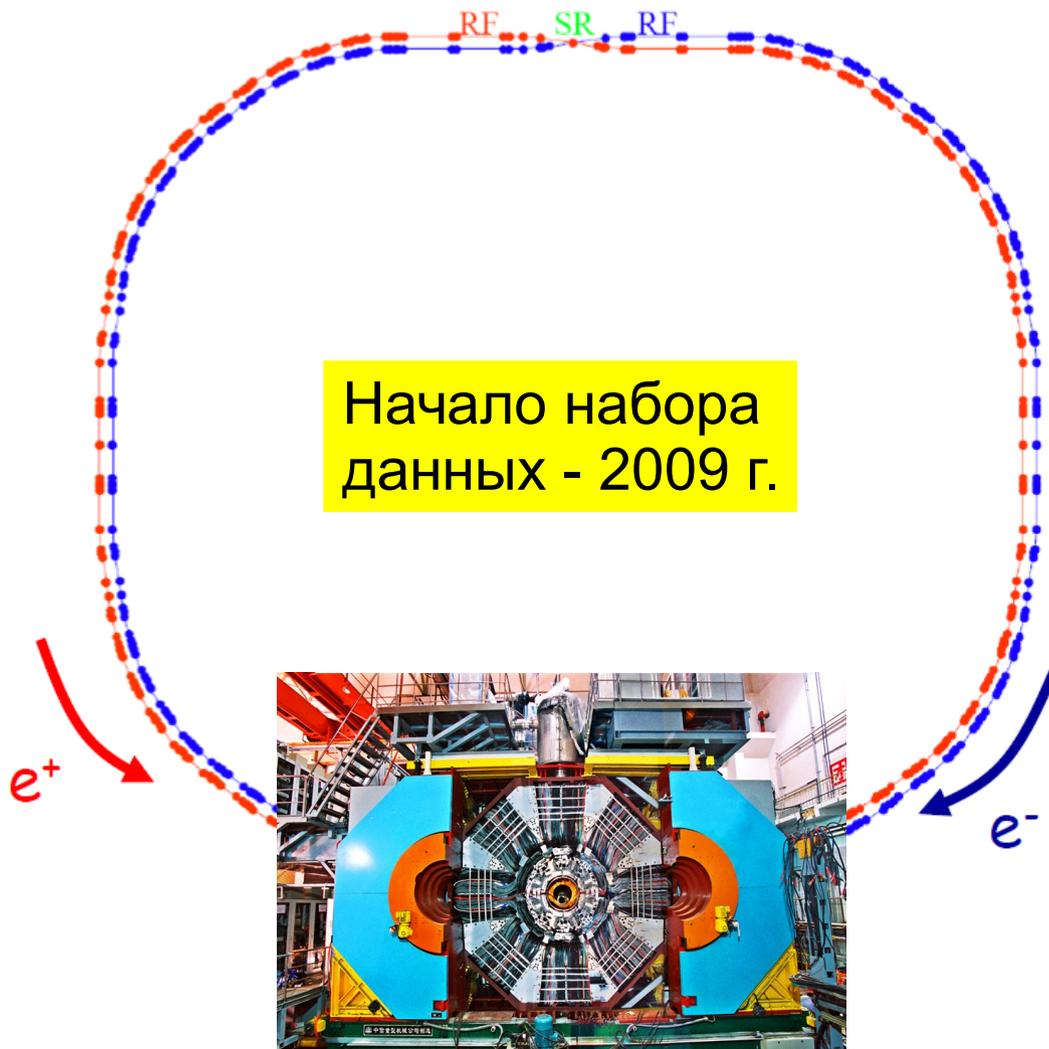
А.Жемчугов

Коллаборация BESIII

- Около 500 участников, 66 институтов, 14 стран
- 38 институтов из КНР, 7 - Азия, 16 - Европа (включая ОИЯИ и Новосибирск), 5 - США

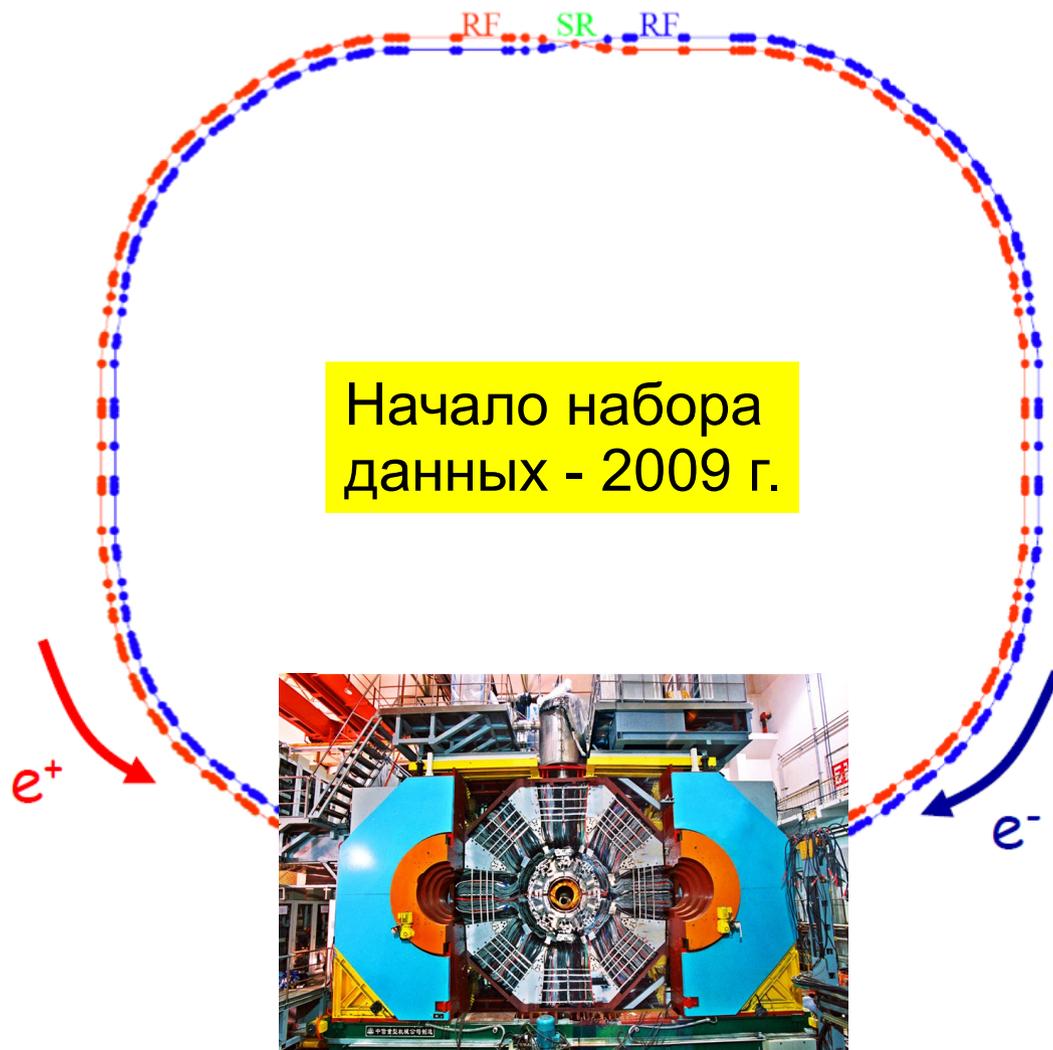


Коллайдер ВЕРСИИ



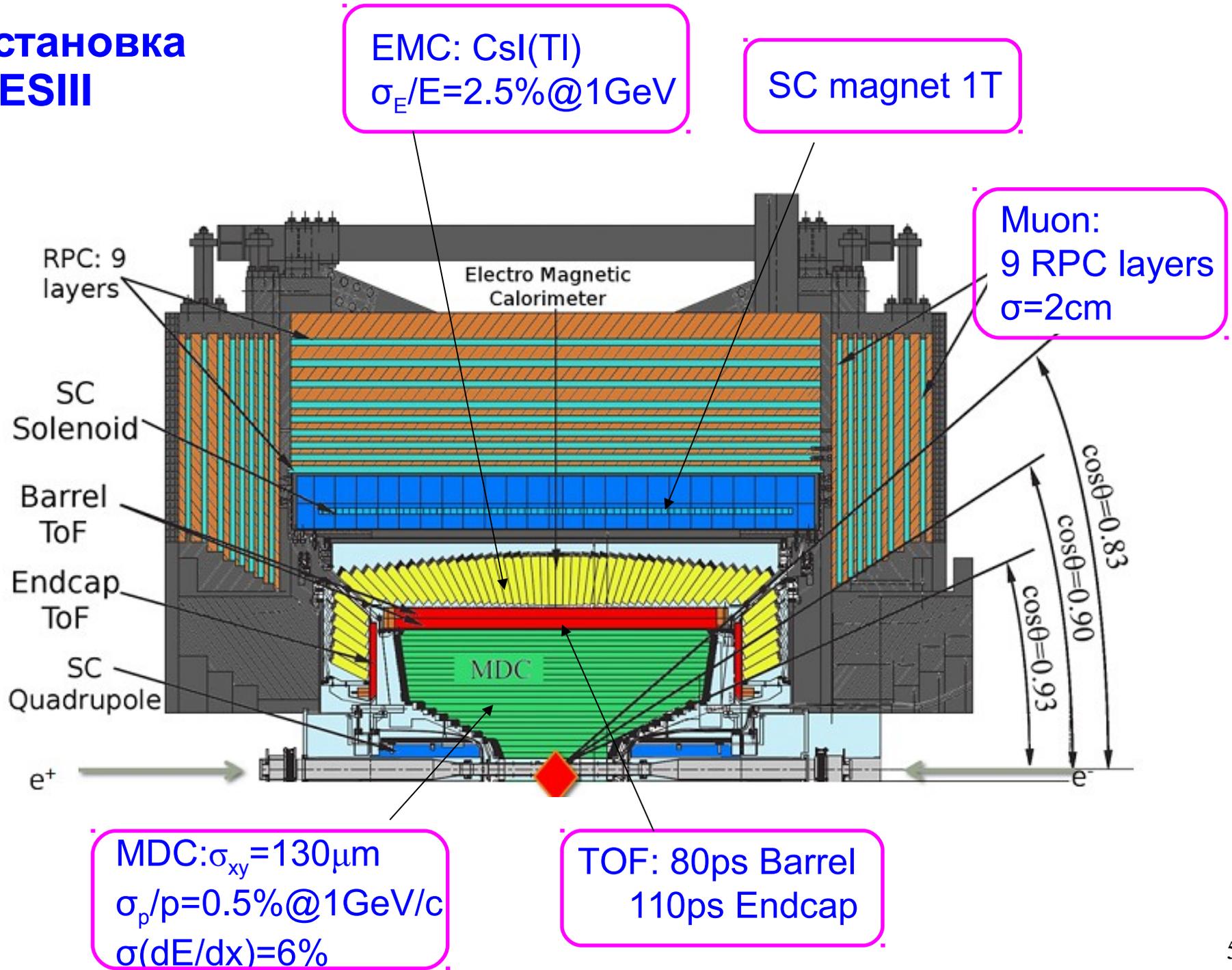
- Энергия столкновений
2.0 – 4.6 GeV
- Проектная светимость
 $1.0 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Достигнутая светимость (2016)
 $1.0 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Разброс энергии пучка
 5×10^{-4}
- Количество сгустков
93
- Максимальный ток пучка
0.91A
- Длина окружности
237m

Модернизация ВЕРСИИ (2019)



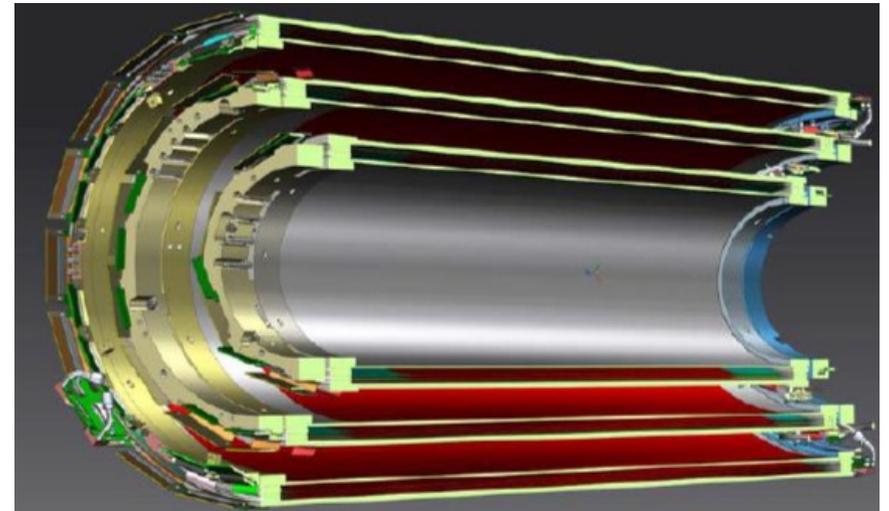
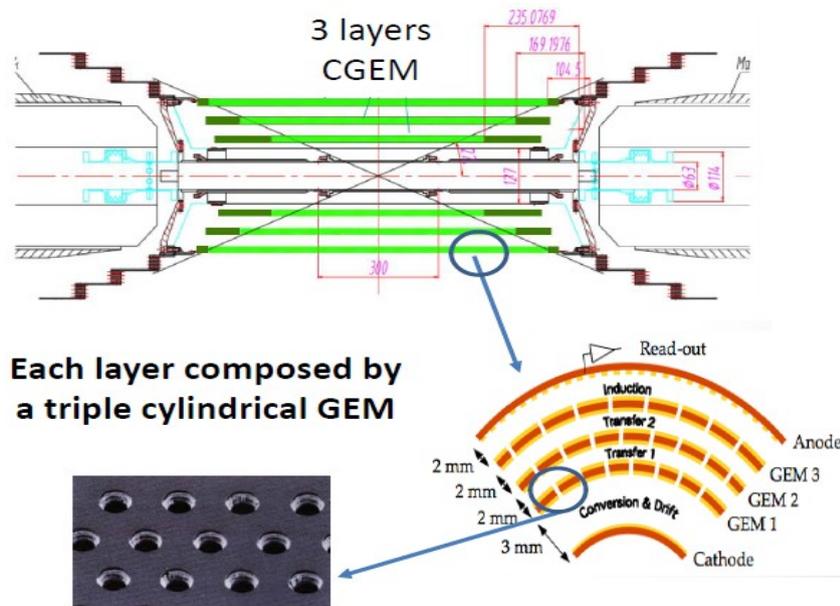
- Энергия столкновений
2.0 – 4.6 GeV
↳ 4.9 GeV
- Проектная светимость
 $1.0 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
- Достигнутая светимость (2016)
 $1.0 \times 10^{33} \text{ cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$
↳ top-up инжекция
+20-30% к интегральной светимости
- Разброс энергии пучка
 5×10^{-4}
- Количество сгустков
93
- Максимальный ток пучка
0.91A
- Длина окружности
237m

Установка BESIII

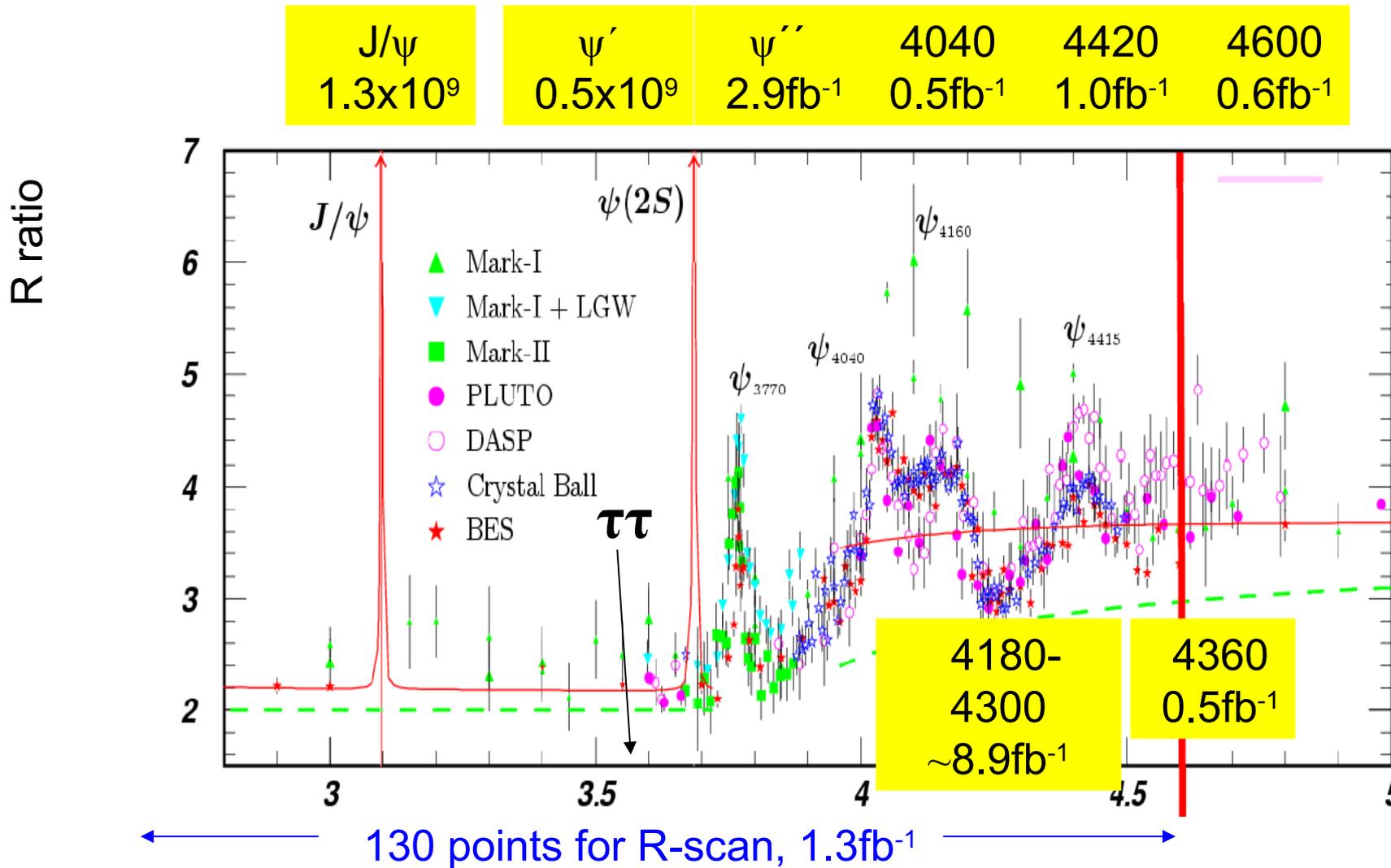


Модернизация (2019)

- Inner part of the Main Drift Chamber suffers from aging
- In summer 2019 it will be replaced by a Cylindrical GEM
- Similar to KLOE-2 CGEM
- Material $< 1.5\% X_0$
- Rate 10^4 Hz/cm^2
- $\sigma_{r\phi} \sim 130 \mu\text{m}$
- $\sigma_p/p = 0.5\% @ 1 \text{ GeV}/c$



Данные BESIII



Наибольшая в мире статистика J/ψ , $\psi(2S)$, $\psi(3770)$, $\psi(4040)$, $\psi(4180)$, $\Upsilon(4260)$, ...
 Более 200 публикаций на основе полученных данных

Программа исследований BESIII

- **Состояния чармония**
- Очарованные адроны
- **Экзотические состояния (XYZ)**
- Спектроскопия легких адронов
- Физика тау-лептона
- Скан R-отношения
- Барионные форм-факторы
- Поиски «новой физики»

План работы группы ОИЯИ в 2017-2019

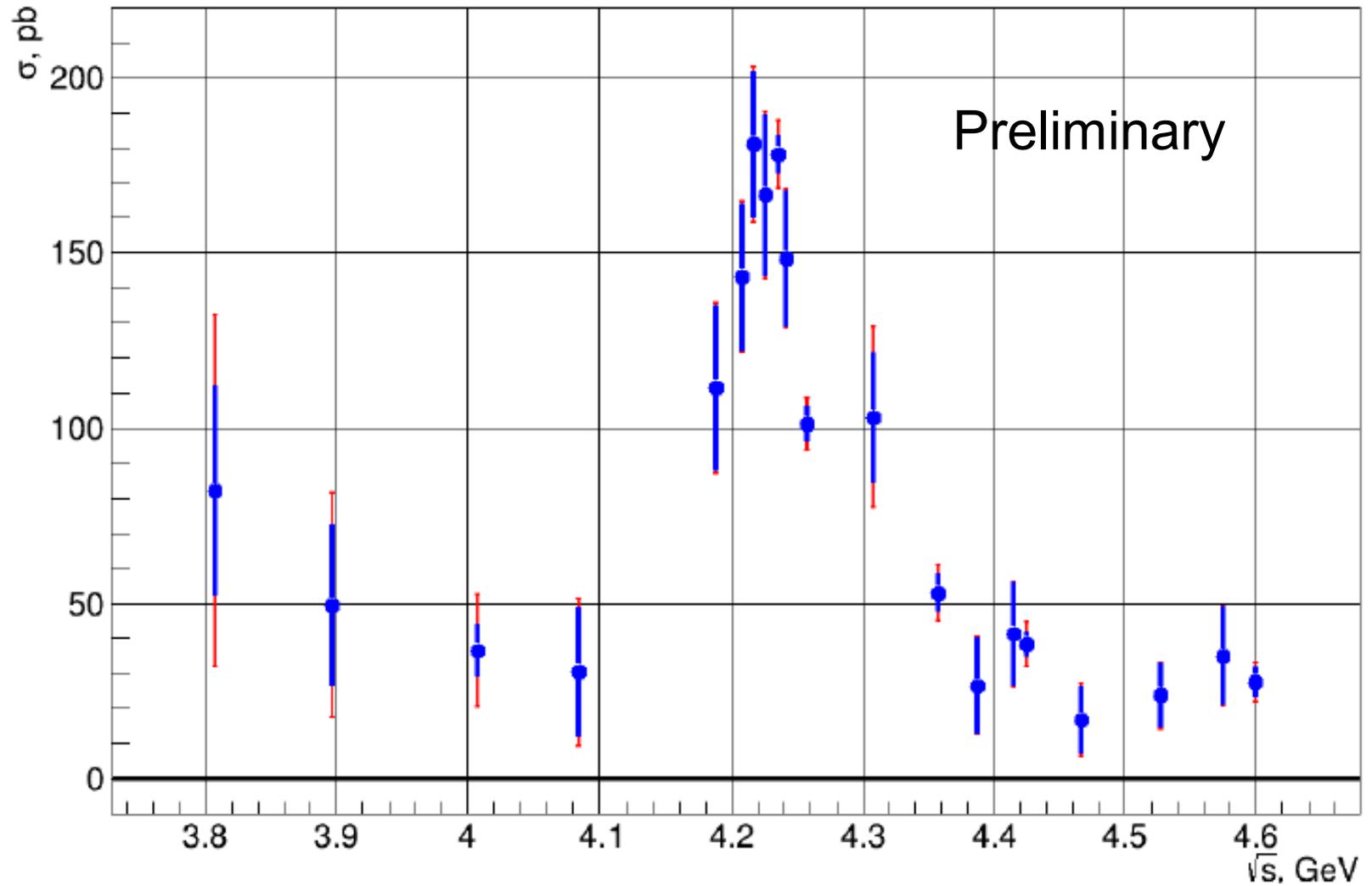
2016

- **Анализ данных**
 - К-матричный ПВА распада $J/\psi \rightarrow \gamma PP$
 - Спектроскопия и поиск связанных барион-антибарионных состояний
 - XYZ: Поиск Y состояний в эксклюзивных процессах без скрытого чарма, изучение реакций с образованием чармония и нескольких легких мезонов в области выше 4.0 ГэВ
 - Измерений сечений эксклюзивных процессов в области 2-3 ГэВ и пика J/ψ . Измерение фазы между сильной и ЭМ амплитудой в распадах J/ψ
- **Разработка программного обеспечения (технический вклад в эксперимент)**
 - Поддержка программ общего назначения (учет ускорительного фона при моделировании, базы данных, сборка и установка ПО и т.д.)
 - Инструменты для анализа данных (генераторы, ROOT-фреймворк, параллельная версия пакета ПВА и т.д.)
 - Распределенный компьютеринг (BES-III Grid & Cloud)

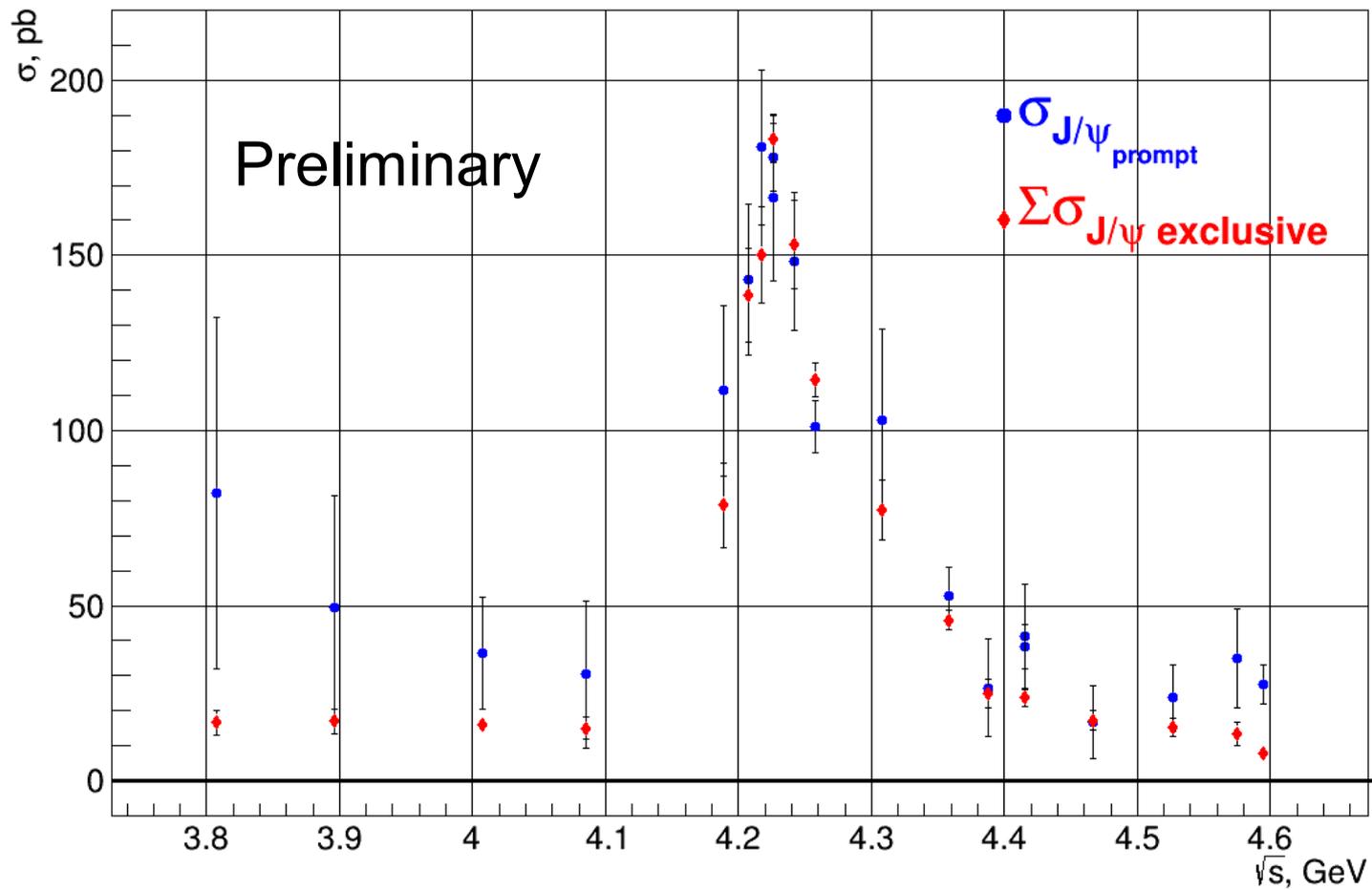
Inclusive prompt J/ψ production ($ee \rightarrow J/\psi X$)

- Prompt = Total – ($\psi' \rightarrow J/\psi$) – ($\chi_c \rightarrow J/\psi$) – ($ee \rightarrow \gamma J/\psi$)
- Goal:
 - Test NRQCD (in particular, the universality of the NRQCD LDMEs)
 - NRQCD prediction: set of color-octet LDMEs are non-zero if $\sigma > 10 \text{ pb}$ at 4.5-5.5 GeV [*Eur.Phys.J. C77 (2017) no.9, 597*]
 - Test if unknown channels/states exist
- Data only available at 10.5 GeV:
 - $2.5 \pm 0.3 \text{ pb}$ (BaBar)
 - $1.5 \pm 0.2 \text{ pb}$ (Belle)
 - $1.9 \pm 0.2 \text{ pb}$ (CLEO)

Наш результат: $\sigma(ee \rightarrow J/\psi X)$



Сравнение с суммой эксклюзивных сечений

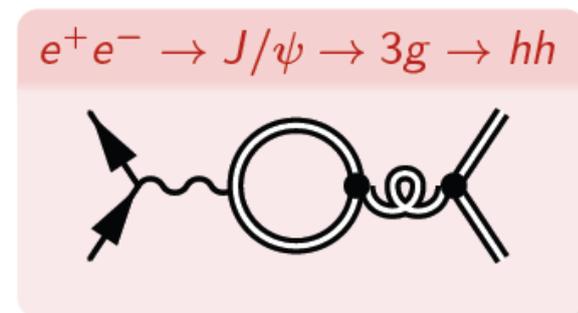
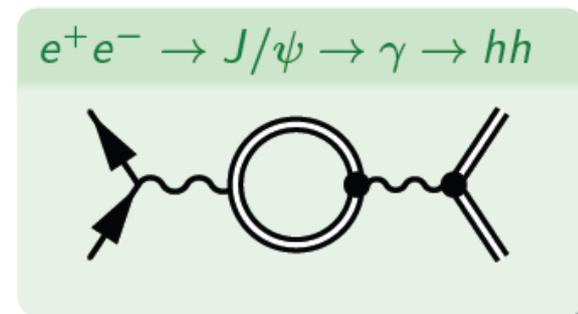
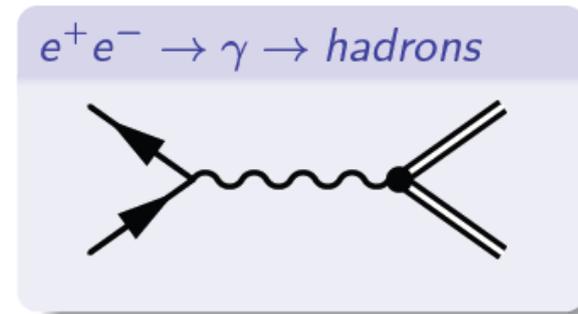


План на будущее

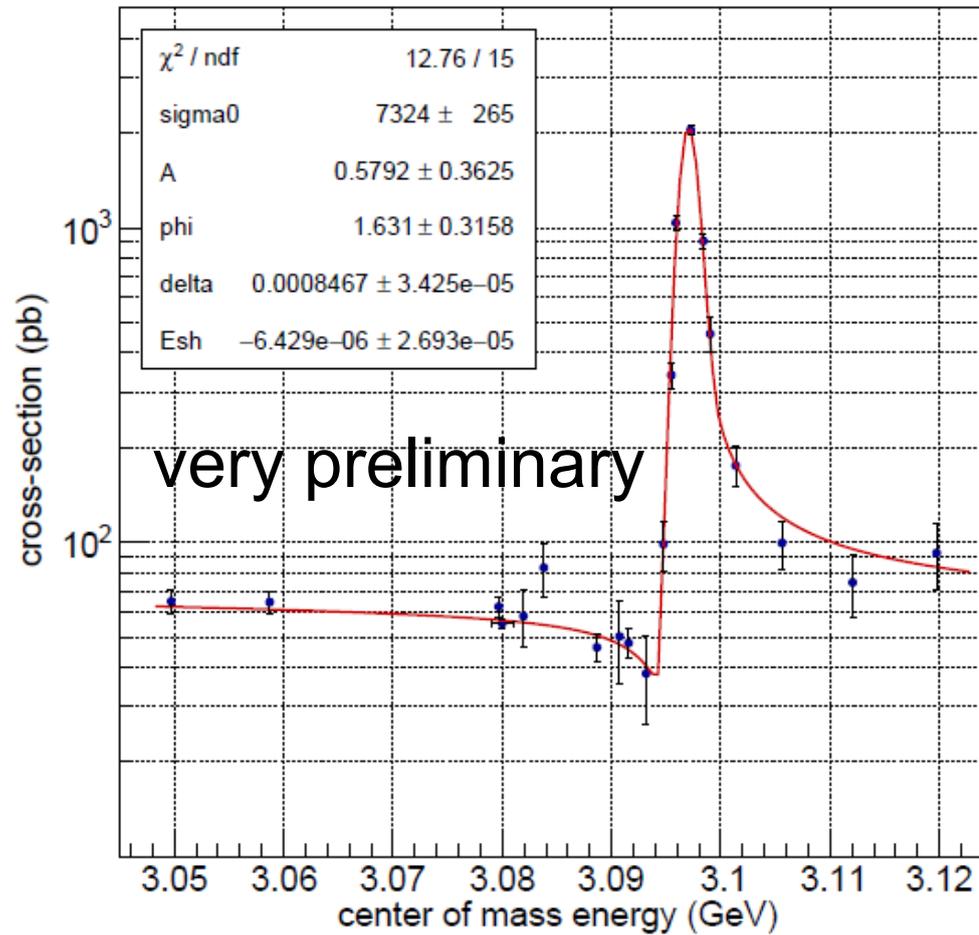
- 2019 год — завершить анализ и опубликовать результаты измерений инклюзивного сечения рождения прямых J/ψ в диапазоне энергий 3.8-4.6 ГэВ.
- 2020 год – Измерение инклюзивного сечения рождения прямых $\psi(2S)$
- 2021 год – Измерение инклюзивного сечения J/ψ и $\psi(2S)$ в диапазоне энергий 4.6-4.9 ГэВ.
- 2022 год – Инклюзивное измерение поляризации J/ψ в диапазоне энергий выше ~ 4 ГэВ

Strong/EM phase difference in J/ψ decays

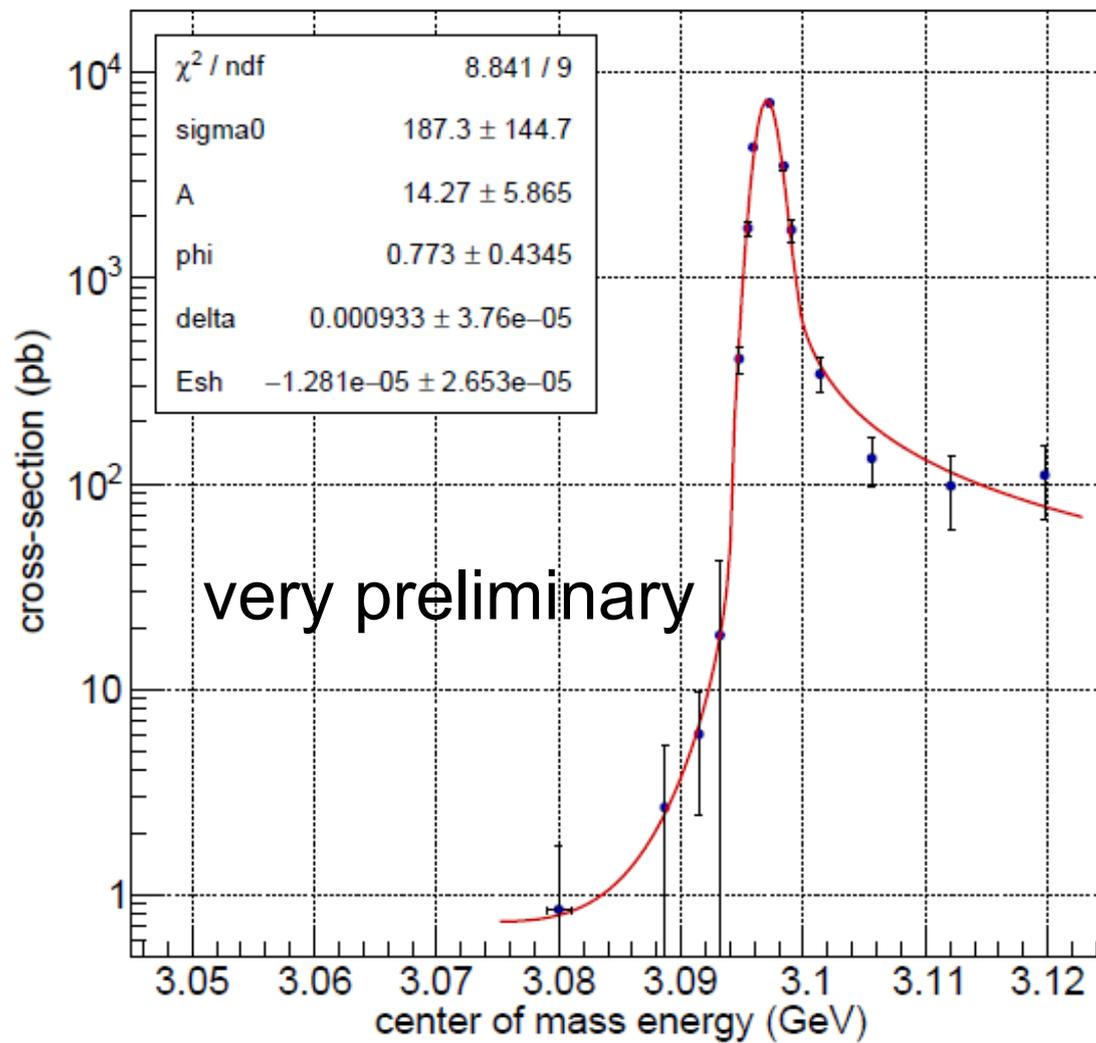
- pQCD predicts that the phase difference between strong and electromagnetic decay amplitudes to be 0° or 180° at lowest order [*PRL* 59, 621 (1987), *Nucl. Phys. B* 246, 52 (1984)]
- Experimentally, in many J/ψ decay channels, there is $\sim 90^\circ$ phase difference
- There is a theoretical hypothesis that this 90° is a general law of nature [*PRD*63, 054021(2001)]
- A new method to measure the phase was proposed by BESII [*PLB* 593 (2004) 89–94]
- We perform a scan of J/ψ peak to measure this phase
- As a spin-off, we provide systematic measurement of exclusive cross-sections, useful for generator tuning and theory constrains



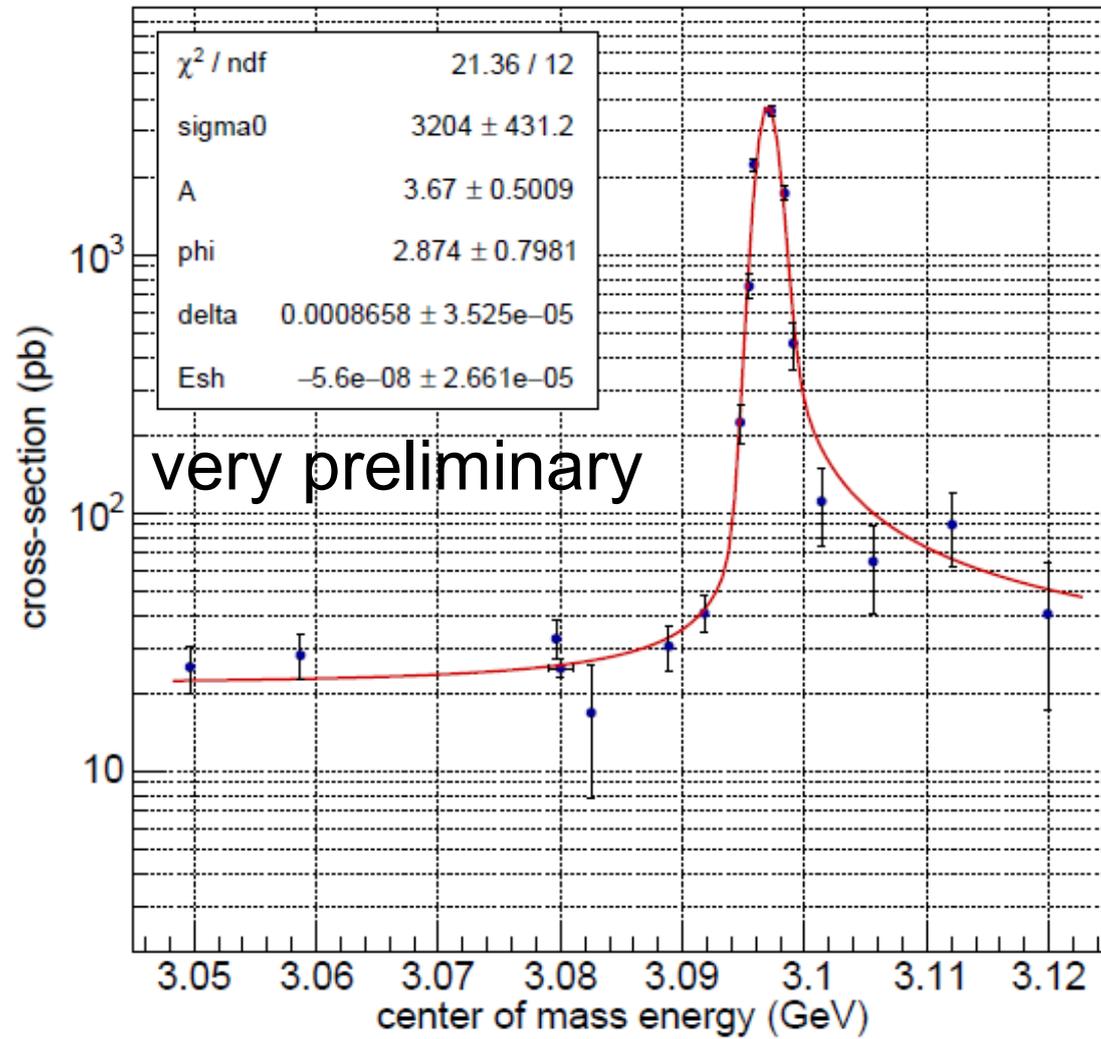
$$ee \rightarrow \omega\pi^0$$



$ee \rightarrow \omega\eta$



$ee \rightarrow \phi\eta$

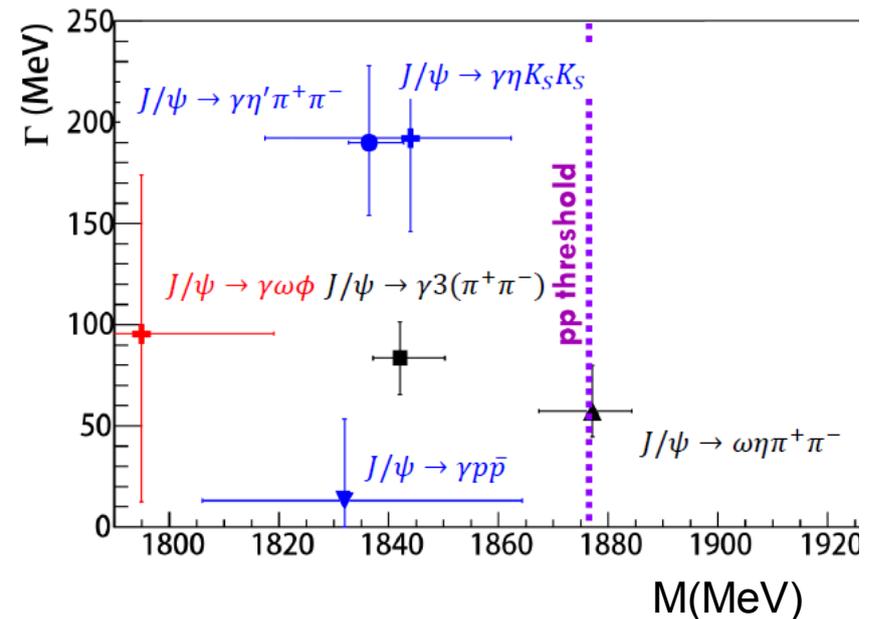
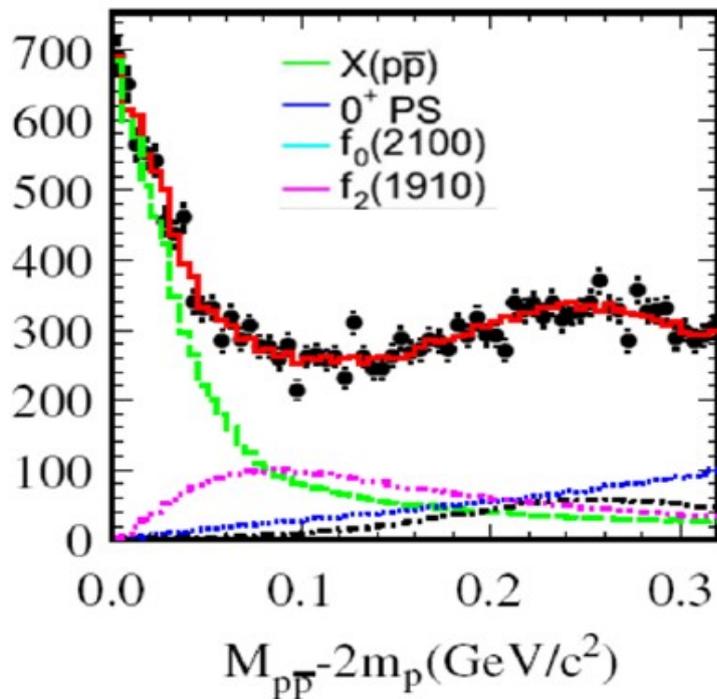


План на будущее

- 2019 год — завершить анализ и подготовить внутреннюю публикацию BESIII с описанием метода и финальными результатами $e^+e^- \rightarrow \omega\pi^0$
- 2020 год – Измерение брэнчинга $J/\psi \rightarrow \phi\eta$. Финальные результаты по измерению разности фаз в $e^+e^- \rightarrow \phi\eta$
- 2021 год – Ре-анализ реакции $e^+e^- \rightarrow \omega\eta$ с учетом новых данных с энергией столкновений 2.9 GeV. Финальные результаты по измерению разности фаз в этой реакции.
- 2022 год - Измерение разности фаз в других реакциях ($e^+e^- \rightarrow KK^*$, $e^+e^- \rightarrow \phi\eta'$)

Structures at the $p\bar{p}$ threshold

$$J/\psi \rightarrow \gamma p\bar{p}$$



- $M(X) = 1832 \pm 32 \text{ MeV}$
- $\Gamma(X) = 13 \pm 40 \text{ MeV}$
- $J^{PC} = 0^{-+}$
- $B(J/\psi \rightarrow \gamma X) = (9.0 \pm 1.5) \times 10^{-5}$

- BESIII observed quite a number of structures right below the $p\bar{p}$ threshold
- Recent increase of J/ψ statistics by factor of 4 (1.3B \rightarrow 6B \rightarrow 10B) will be extremely useful to clarify the situation

План на будущее

2020 год - Поиск $e^+e^- \rightarrow 2(\rho\bar{\rho})$ в области выше 4 ГэВ

2021 год - Поиск связанных барион-антибарионных

состояний (околопороговых эффектов) в

$J/\psi \rightarrow \pi\rho\bar{n}$ и поиск распадов $J/\psi \rightarrow \rho^0\rho\bar{\rho}$,

$J/\psi \rightarrow \rho^+\rho$ и $J/\psi \rightarrow \rho^-\rho$

Разработка ПО

- **Технический вклад в эксперимент**
- Поддержка программ общего назначения (учет ускорительного фона при моделировании, базы данных, сборка и установка ПО и т. д.)
- Инструменты для анализа данных (генераторы, ROOT-фреймворк, параллельная версия пакета ПВА и т. д.)
- Распределенный компьютеринг (BES-III Grid & Cloud) - **ЛЯП+ЛИТ**
- Применение машинного обучения для восстановления треков в CGEM/MDC — **ЛЯП+ЛИТ**

Участники проекта

ЛЯП: О.В. Бакина, И.Р. Бойко, Г.А. Шелков, Д.В. Дедович,
И.И. Денисенко, А.В. Гуськов, Ю.А. Нефедов, С.А. Котов,
А.С. Жемчугов

ЛТФ: В.В.Бытьев

ЛИТ: В.В. Кореньков, Г.А.Ососков, И.С.Пелеванюк

Финансирование проекта в 2017-2019

Источники финансирования (kUSD)

	Всего	2017	2018	2019
Бюджет ОИЯИ (тема 1123)	75	25	25	??
Внебюджетные средства (грант РФФИ-ГФЕН)	0	0	0	??

Основные расходы – на командировочные расходы в КНР, участие в конференциях и прием китайских сотрудников в Дубне

Заявка на финансирование в 2020-2022

Источник	Всего	2020	2021	2022
Бюджет ОИЯИ (тема 1123)	75	25	25	25
Внебюджетные средства	0	0	0	0

Основные затраты – на командировочные расходы в КНР:

- 1) участие в сменах и обязательных технических работах
 - 2) анализ данных, обсуждение и интерпретация результатов, подготовка публикаций
 - 3) представление результатов на международных конференциях
- а также на прием китайских сотрудников в Дубне**