

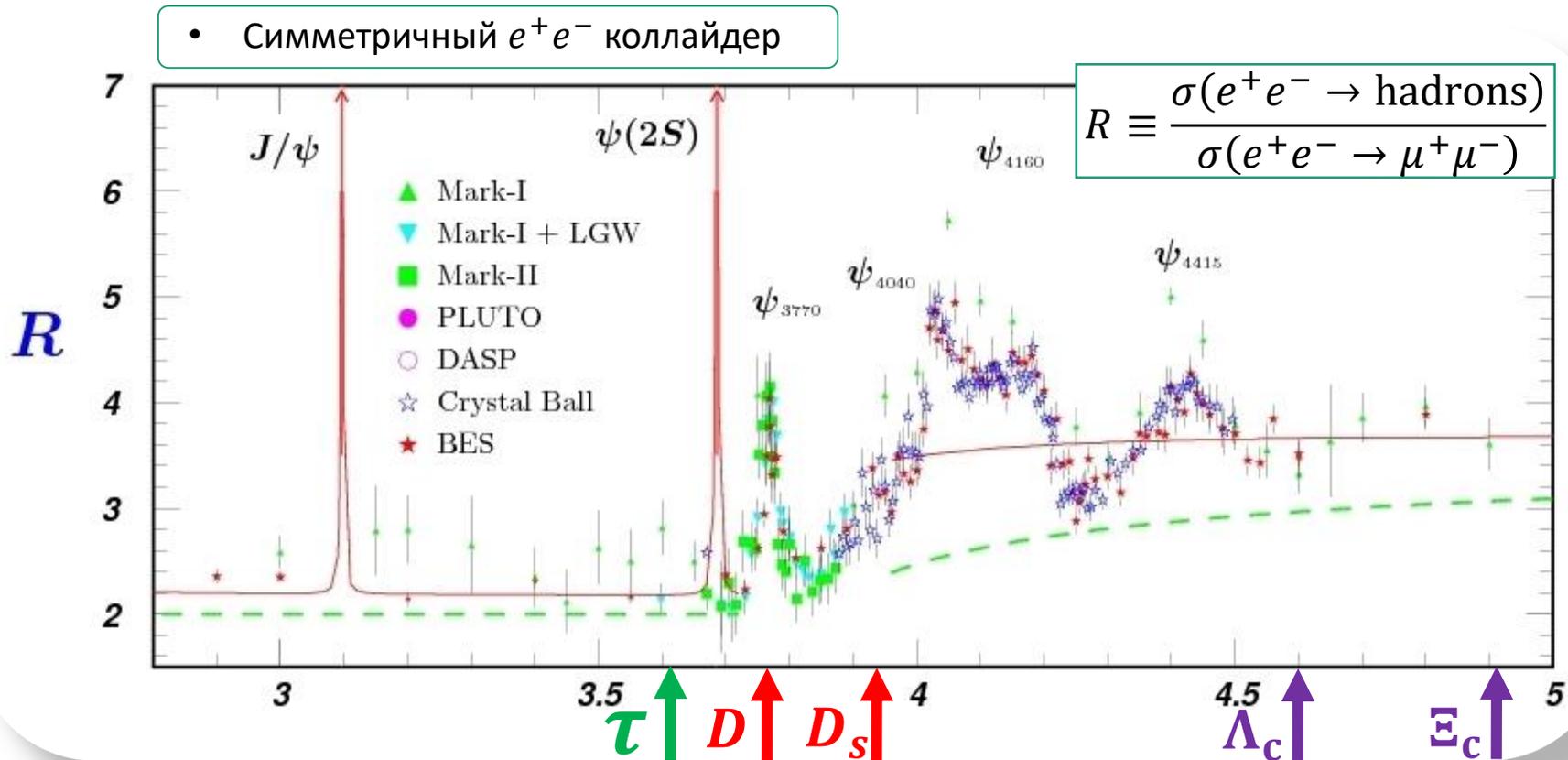
Статус физической программы проекта Супер c - τ фабрики

В.С. Воробьев

Рабочее совещание в ИЯФ СО РАН
Новосибирск, 18 декабря 2017 г.



Данные Супер c - τ фабрики



За год работы

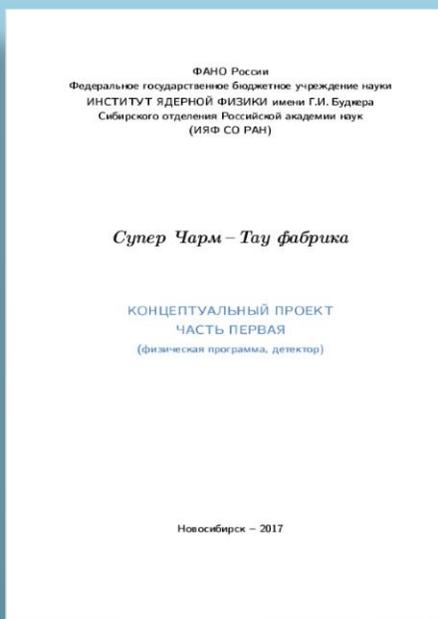
$2E$, ГэВ	Количество событий
3.1	$10^{12} J/\psi$
3.69	$10^{11} \psi(2S)$
3.77	$10^9 D\bar{D}$
4.17	$10^8 D_s\bar{D}_s$
3.55 ÷ 4.3	$10^{10} \tau\tau$
4.65	$10^8 \Lambda_c^+\Lambda_c^-$

- $E_{\text{beam}} = 1 \div 2.5$ ГэВ
- $\mathcal{L} = 10^{35} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$ @ 2 ГэВ
- Продольная поляризация электронов в месте встречи

Физическая программа

CDR (В.П. Дружинин и др.)

- Первая версия в 2011 году
- Обновлено в 2017 году



ctd.inp.nsk.su

Чармоний

- Спектроскопия
- Распады
- Изучение легких состояний в распадах J/ψ

Физика $D_{(s)}$ мезонов

- Спектроскопия
- Распады
- Осцилляции
- CP нарушение

Очарованные барионы

- Распады
- CP нарушение

τ лептон

- Распады
- CP нарушение
- Поиск несохранения лептонного числа
- Проверка лептонной универсальности

Двухфотонная физика

- Поиск C -четных резонансов
- $\sigma(\gamma\gamma \rightarrow \text{hadrons})$

Измерение R

Конкуренты

Параметр	Belle+BaBar (1.4 ab ⁻¹)	Belle II (50 ab ⁻¹)	LHCb (5 fb ⁻¹)	LHCb (50 fb ⁻¹)	Супер c-τ (10 ab ⁻¹)
$N(D^{*+} \rightarrow D^0\pi^+, D^0 \rightarrow K^-\pi^+), 10^6$	2.5 [2]	140 [2]	100 [1]	7000 [1]	20*
$N(D^+ \rightarrow K^-\pi^+\pi^+), 10^6$	1.2	40	150 [1]	11000 [1]	200

* $N(\psi(3770) \rightarrow D^0\bar{D}^0 \rightarrow (K^-\pi^+)(K^+\pi^-))$

- Супер c-τ фабрика не даст рекордного количества D мезонов и τ лептонов
 - Belle II наберет больше D и τ
 - LHCb наберет больше D
- Точность многих измерений будет определяться систематической неопределенностью

- LHCb (ожидается $\int \mathcal{L} = 50 \text{ fb}^{-1}$)
 $\sigma(pp \rightarrow D^0 X) @ 13 \text{ TeV} \approx 2 \text{ mb}$
- Super KEKB $\mathcal{L} \approx 10^{36} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$
 $\sigma(e^+e^- \rightarrow c\bar{c}) @ \Upsilon(4S) \approx 1.3 \text{ nb}$
- Супер c-τ фабрика $\mathcal{L} \approx 10^{35} \text{ см}^{-2}\text{с}^{-1}$
 $\sigma(e^+e^- \rightarrow c\bar{c}) @ \psi(3770) \approx 6.5 \text{ nb}$

[1] LHCb Collaboration, Eur. Phys. J. C73, 2373 (2013) «Implications of LHCb measurements and future prospects»

[2] Physics at Super B Factory, arXiv:1002.5012 [hep-ex]

Преимущества Супер c - τ фабрики

Парное рождение D , Λ и τ

- Метод двойного мечения
- Измерение абсолютных вероятностей распадов

Когерентное рождение $D^0\bar{D}^0$

- Идеальная лаборатория для изучения осцилляций
- Измерение адронных параметров
 - $\delta_{K\pi}$, $\delta_{K\pi\pi}$ и др.
 - Факторы когерентности, CP content и др.
- Измерение параметров D мезонов, необходимых для физики B мезонов

Поляризованный e^- пучок

- Динамика распадов τ лептонов
- CP нарушение в τ и Λ_c
- Динамика многоадронных событий

Низкая множественность

- Примерно в 2 раза меньше, чем на $Y(4S)$

Пороговая кинематика

- ΔE , M_{bc}
- Подавление фона ($\tau \rightarrow \mu\gamma$)
- Реконструкция $e^+e^- \rightarrow \tau^+\tau^-$

Требования к детектору и коллайдеру

Детектор

- Загрузка 300 кГц
- *Хорошее* энергетическое и импульсное разрешение
- *Высокая* эффективность регистрации мягких треков
 - Многочастичные распады D
 - **Вершинный детектор?**
- *Рекордное* качество идентификации
 - π/K для изучения смешивания D мезонов
 - π/μ для редких распадов τ ($\tau \rightarrow \mu\gamma$)
 - **ФАРИЧ?**
- *Минимальная* CP асимметрия регистрации

Коллайдер

- Светимость: чем больше, тем лучше
- Энергетический разброс $\sigma_E \sim 1$ МэВ
 - $\sigma(e^+e^- \rightarrow \psi) \propto \frac{\Gamma}{\sigma_E}$
 - Точность кинематической реконструкции $\tau^+\tau^-$ на пороге
- Максимальная энергия 5 ГэВ
 - **Интересна ли область выше по энергии?**
- Поляризация e^-
- **Требования на пучковый фон?**

От *качественных* требований нужно перейти к количественным

Моделирование

IT инфраструктура, Gaudi framework

Первичные
генераторы

Отклик детектора

Реконструкция
событий

Физический анализ

- Текущая активность
 - Вычислительный кластер ИЯФ, сервер stark (А. Сухарев, Д. Максимов)
 - Gaudi framework + FCCSW (github.com/HEP-FCC/FCCSW) (подробнее в докладе Ф. Игнатова)
 - Первичные генераторы (К. Тодышев, И. Николаев, А. Коробов)
 - Параметрическое моделирование детектора (Е. Коваленко, Т. Мальцев)
 - Wiki, web, mail-list и пр. (А. Бузыкаев)
- Нетривиальные проблемы первичных генераторов
 - $e^+e^- \rightarrow \text{hadrons}$ для $\sqrt{s} = 2 \div 5$ ГэВ
 - Учет поляризации пучка

Работа над моделированием
очень важна на данном этапе

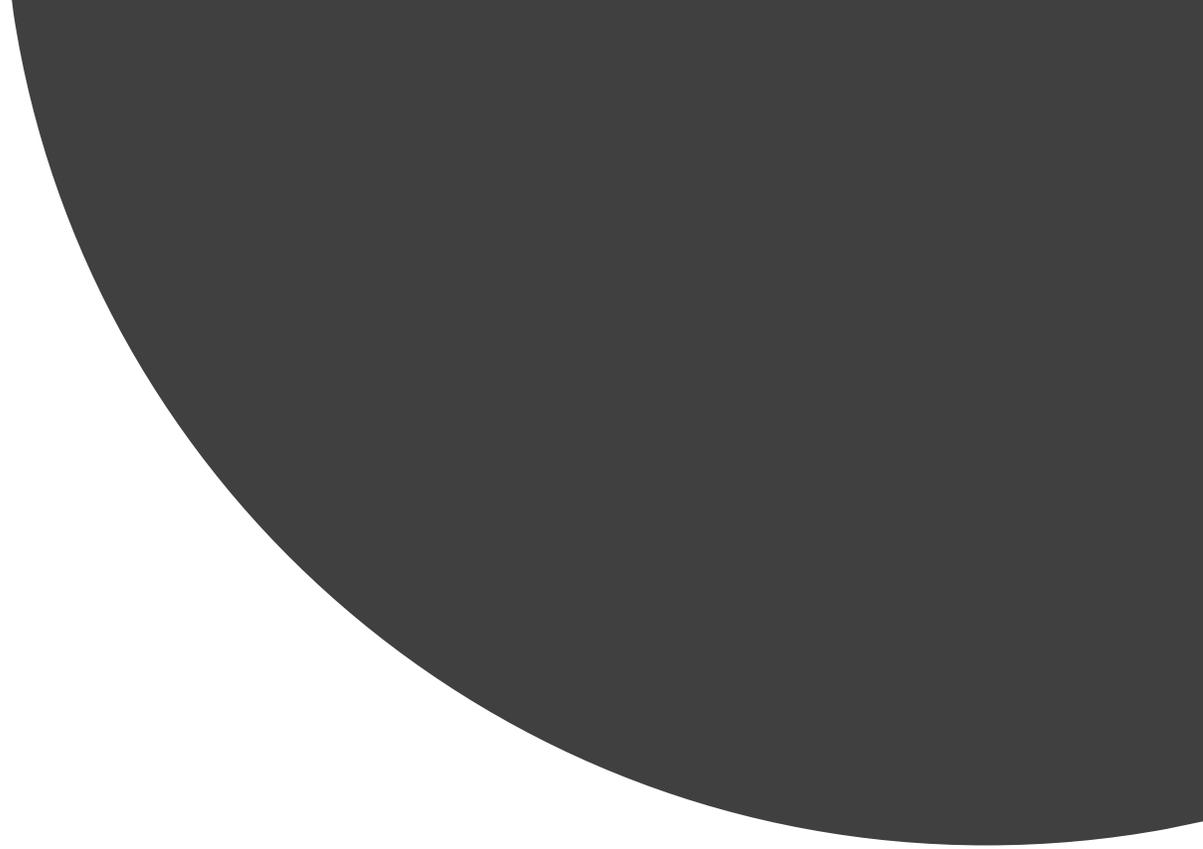
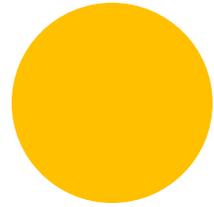
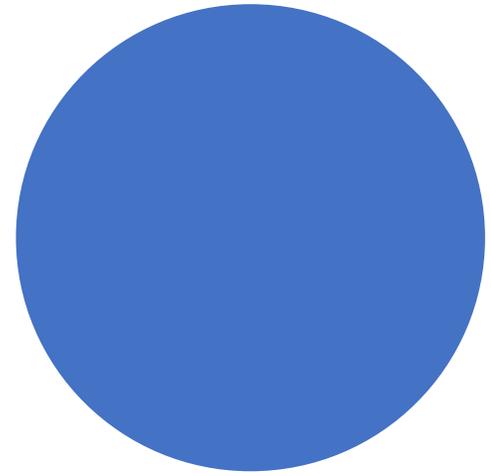
Вместо выводов

Вопросы сегодняшнего дня

- Определение круга задач для Супер s - t фабрики, которые будут актуальны через 10 лет
- Определение преимуществ измерений с поляризованным e^- пучком

Задачи

- Формирование микро-коллаборации для работы над физической программой
- Выполнение feasibility study для основных физических задач
- Движение в сторону «Physics book», по которой могут учиться студенты



Backup



CDR

Структура главы CDR

- 2.1 Introduction (Дружинин В.П.)
- 2.2 Charmonium (Пахлов П.Н., МФТИ)
- 2.3 Spectroscopy of states of light quarks (Ачасов М.Н.)
- 2.4 Physics of D-mesons (Воробьев В.С., Матвиенко Д.В., Винокурова А.Н.)
- 2.5 Charmed baryons (Силагадзе З.К.)
- 2.6 τ lepton physics (Епифанов Д.А., Бобров А.В. ($\tau \rightarrow \mu\gamma$))
- 2.7 Measurement of $e^+e^- \rightarrow$ hadrons (Игнатов Ф.В.)
- 2.8 Two-photon physics (Резанова О.Л.)
- 2.9 Conclusions (Дружинин В.П.)

Характерные числа

Супер c - τ CDR: 40 страниц @ 11 авторов
PANDA: < 216 страниц @ 380 авторов
BESIII: 814 страниц @ 85 авторов