

Эксперимент КЕДР

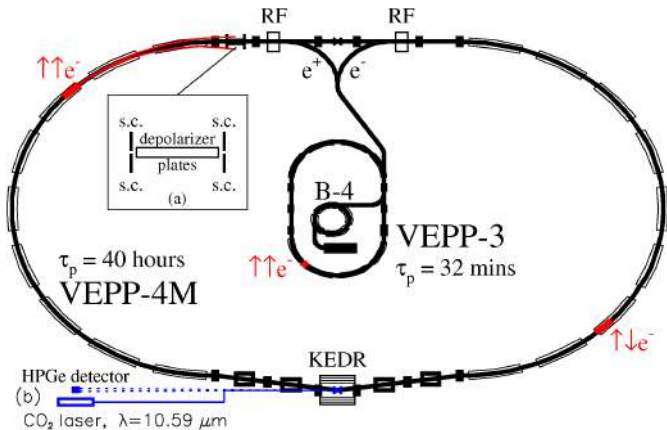
В. Блинов

Институт Ядерной Физики им. Будкера СО РАН

План:

- 1 Комплекс ВЭПП–4М + КЕДР
- 2 Физическая программа
- 3 Анализ данных
- 4 Программа набора статистики и модернизации
- 5 Заключение





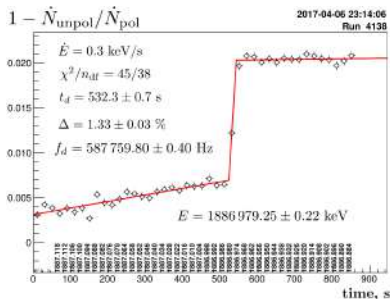
Энергия пучка: $1 \div 5$ ГэВ

Число банчей: 2×2

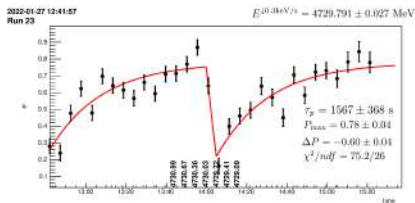
Светимость: $(1 \div 80) \times 10^{30} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$

Метод резонансной деполяризации:

- $E < 3 \text{ ГэВ}$** : внутрисгустковое рассеяние
 $\Delta E/E = (5 \div 15) \times 10^{-6}$, $(10 \div 30) \text{ кэВ}$
 За время эксперимента проведено 3089 калибровок энергии



- $E > 3 \text{ ГэВ}$** : асимметрия рассеяния
 циркулярно поляризованных лазерных
 фотонов
 $\Delta E/E = 5 \times 10^{-6}$, $(10 \div 30) \text{ кэВ}$

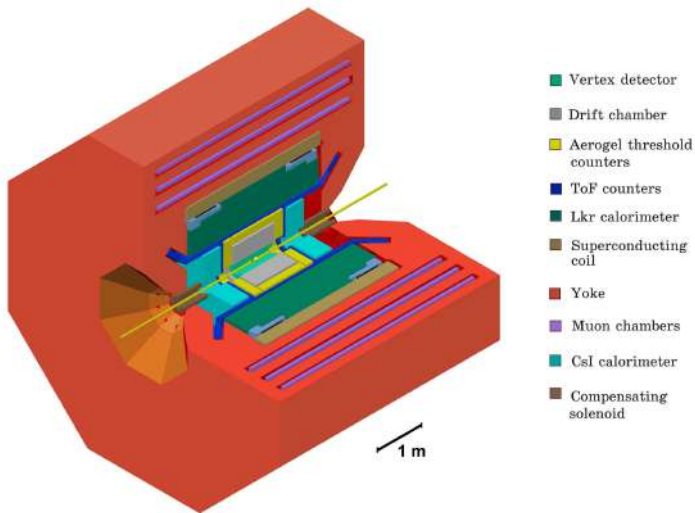




Физические задачи



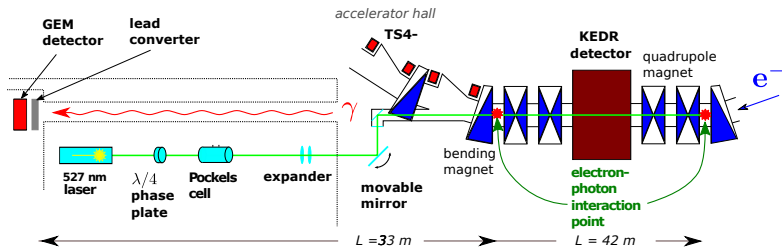
- Измерение масс элементарных частиц
 - Низкая энергия: J/ψ , $\psi(2S)$, $\psi(3770)$, D^0 , D^\pm -мезоны, τ -лептон
 - Высокая энергия: $\Upsilon(1s)$, $\Upsilon(2s)$, $\Upsilon(3s)$, $\Upsilon(4s)$ – мезоны
- Измерения лептонных ширин ψ и Υ – мезонов
- Измерение R в области $2E = 2 \div 10$ ГэВ
- Измерение сечения $\gamma\gamma \rightarrow hadrons$ и другие 2γ -процессы
- Ряд других процессов



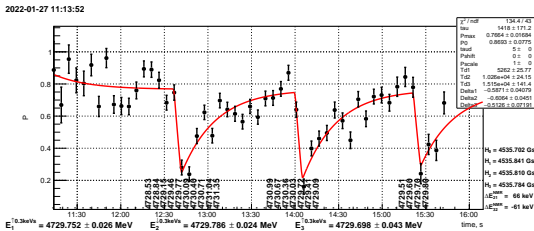
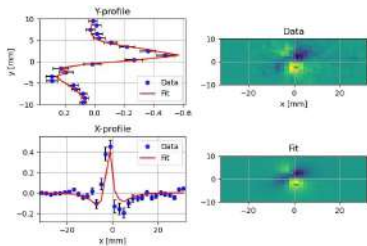
- Все системы детектора находятся в пригодном для завершения физической программы состоянии



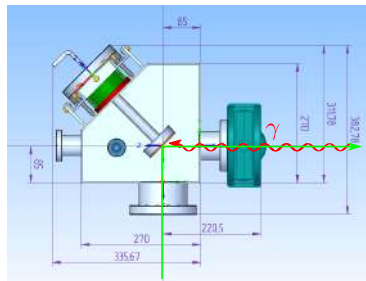
- Модернизация инженерных систем детектора
 - питание систем продувки вершинного детектора и мюонных камер встроено в штатную систему резервного электропитания
 - освоен ремонт/настройка системы возбуждения мотор-генератора ВПЛ-200 (КЛЮКВА)
- Лазерный поляриметр
- Модернизация системы сбора данных
- Новая дрейфовая камера
- Модернизация системы высоковольтного питания (переход на CAEN)
 - мюонная система
 - АЧС
 - Дрейфовая камера
 - СРРЭ – GEM



- Импульсный Nd:YLF 527 нм лазер 2 Вт, 4 кГц, 5 нс
- Управление поляризацией лазера при помощи ячейки Погкельса
- Новый двухкоординатный пиксельный детектор на основе GEM
- Реализован алгоритм двумерной подгонки пятна рассеянных гамма квантов для измерения поляризации
- Освоена калибровка энергии пучка на $\Upsilon(1S)$ -мезоне

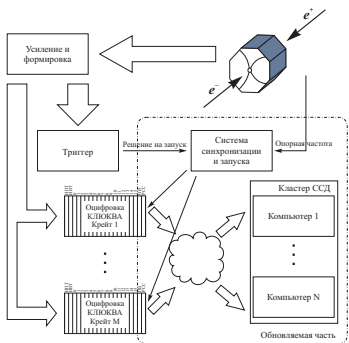


- Повышение скорости счета с 1.5 кГц/мА до 7 кГц/мА (новый узел ввода излучения)



- Команда: И.Николаев, В.Каминский, С.Захаров, В.Кудрявцев, Л.Шехтман

● Повышение пропускной способности ССД в 5 раз



- Собран прототип системы сбора данных (МЧС–ПВВ–ИП). Реализовано чтение информационных плат (ТП, "да/нет") от генератора и от реальных блоков мюонной системы
- Обнаружена внутренняя проблема передачи данных в блоках МЧС и ПВВ. Требуется переразводка печатных плат.
- Ведется отладка и дальнейшая разработка "прошивки" блоков ССД (А.Рубан, А.Козырев) и ПО ССД (Д.Максимов).

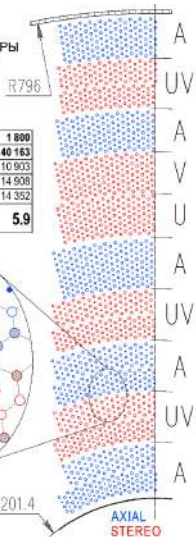
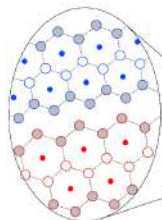


Камера готова к натяжения проволоочек

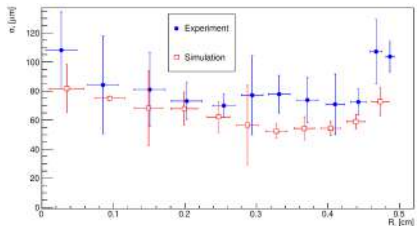
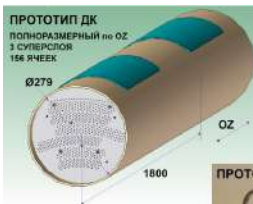
- Подготовлено специальное чистое помещение и вся оснастка
- Изготовлена камерная электроника и высоковольтное питание
- Для завершения работ не хватает:
 - золочёной титановой проволоки для экранных слоев (около 15% от общего числа проволоочек)
 - заключается договор на производство требуемого объёма на Денисовском заводе
- На этом же предприятии планируется производство золочёной алюминиевой проволоки для прототипа ДК детектора Супер Чарм – тау фабрики
- **Необходимо приобрести сигнальный кабель ПУ – КЛЮКВА !**

ПРОВОЛОЧНАЯ
СТРУКТУРА
ДРЕЙВОВОЙ КАМЕРЫ
ДЕТЕКТОРА СЧТФ

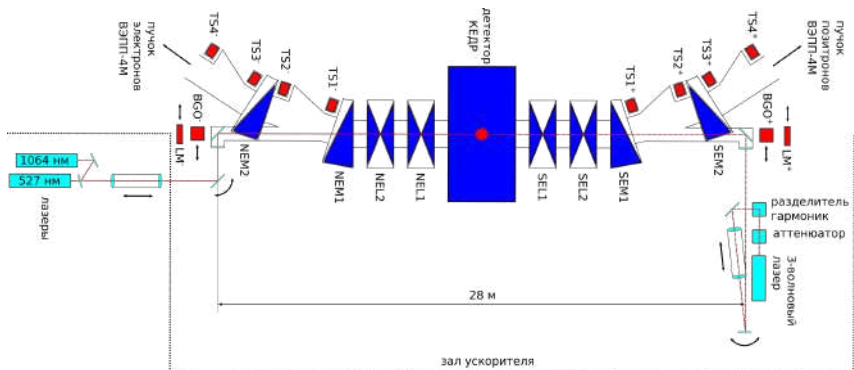
ДЛИНА ПРОВОЛОЧЕК, мм	1 800
КОЛЬВО ПРОВОЛОЧЕК:	40 163
● СИГНАЛЬНЫЕ 25 мкм	10 903
○ ПОСРЕДНИЕ 100 мкм	14 908
○ ПОСРЕДНИЕ 125 мкм	14 352
НАГРУЗКА ОТ НАТЯЖЕНИЯ ПРОВОЛОЧЕК, ТОНН	5.9



NIM A, 1009, 165490 (2021)

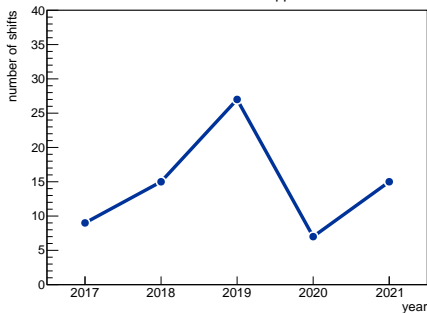


Пространственное разрешение для гексагональной ячейки на смеси He/C₃H₈ (60/40)

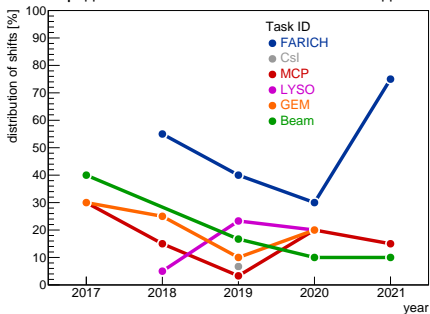


- Система работает в составе детектора
- Проводятся регулярные энергетические калибровки с использованием ВГО и лазерной системы
- Изучена фоновая ситуация при $E_B = 4.73$ ГэВ. **Фоны высокие !**
- Проведена геодезия положения блоков СРРЭ относительно расчетной орбиты (± 100 мкм)
- Идет отладка моделирования системы

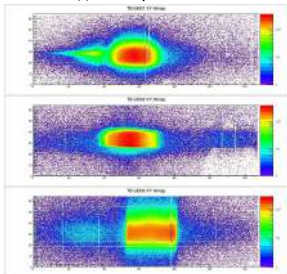
Число смен по годам



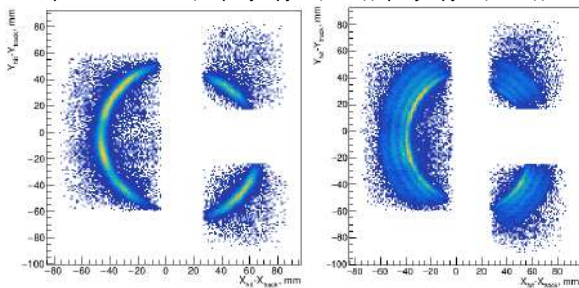
Распределение активностей в сменах по годам



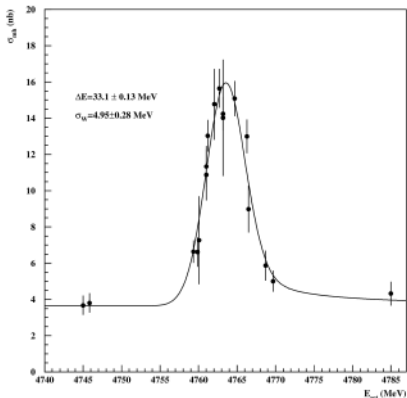
Координаты треков в новых детекторах GEM



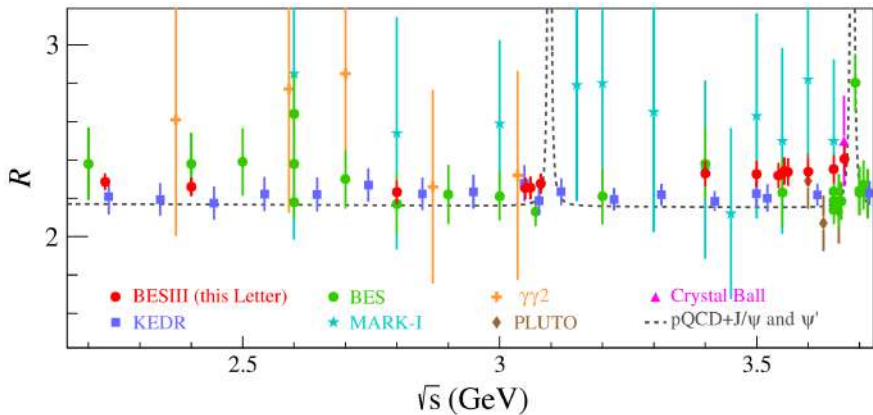
Черенковские кольца: фокусирующая и дефокусирующая моды



- Набор статистики при $2E = 7$ ГэВ, $\int Ldt = 4.5$ пб $^{-1}$, 2 месяца
- Сканирование Υ -мезона, $2E = 9.46$ ГэВ, $\int Ldt = 0.2$ пб $^{-1}$



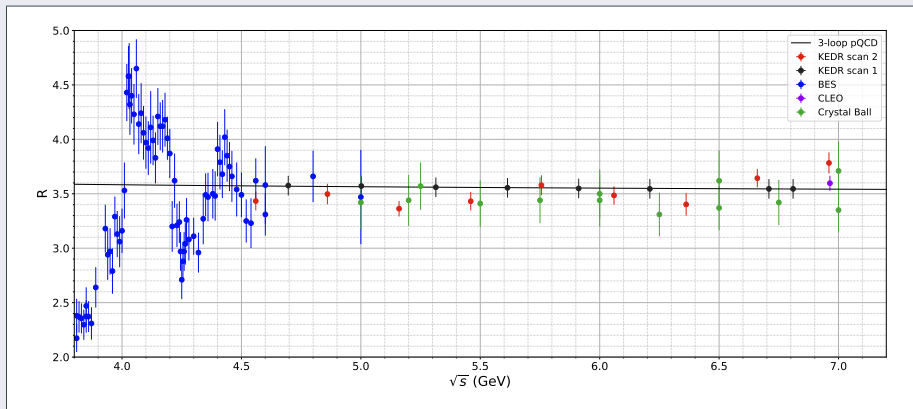
Результаты измерения R в области $2E = 1.8 \div 3.8$ ГэВ



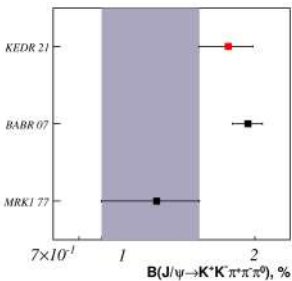
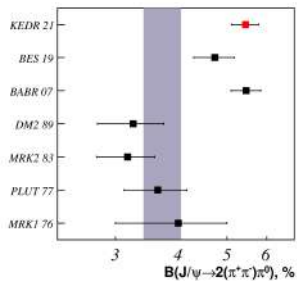
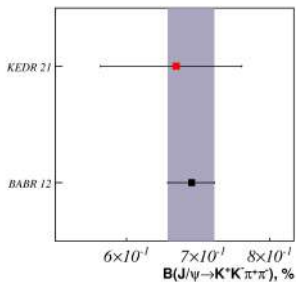
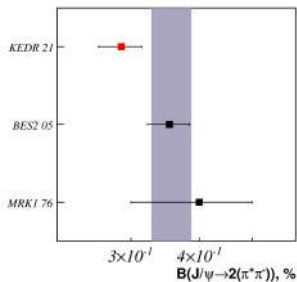
- $E = 3.4 \div 3.6$ ГэВ
- BES – KEDR: 2σ
- BES – pQCD: 2.7σ



- I сканирование, $\int Ldt = 6.95 \text{ пб}^{-1}$
- II сканирование, $\int Ldt = 6.77 \text{ пб}^{-1}$

Результаты измерения R в области $2E = 3.8 \div 7.2 \text{ ГэВ}$ 

- КЕДР: измерение R при $2E = (4.5 \div 7.0) \text{ ГэВ}$ (Т.Харламова)

● Измерение бранчингов распадов J/ψ – мезона (В.Малышев)

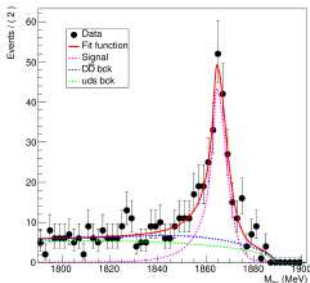
- Измерение масс D^\pm и D^0 – мезонов (И.Овтин)

- Интеграл светимости:

2016 – 2017 гг, $\int L dt = 4.06 \text{ пб}^{-1}$

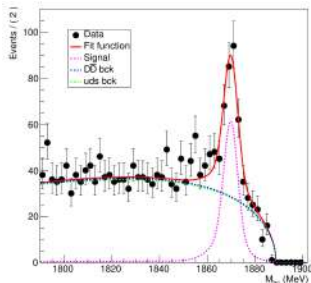
2004 – 2005 гг, $\int L dt = 0.9 \text{ пб}^{-1}$

$D^0 \rightarrow K^- \pi^+$



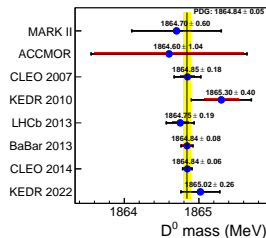
$M_{D^0} = 1865.02 \pm 0.26(0.2) \text{ МэВ}$

$D^+ \rightarrow K^+ \pi^+ \pi^-$

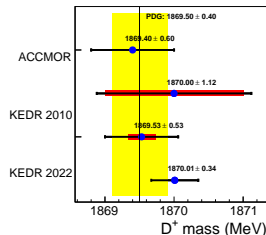


$M_{D^+} = 1870.01 \pm 0.34(0.3) \text{ МэВ}$

D^0 mass measurements

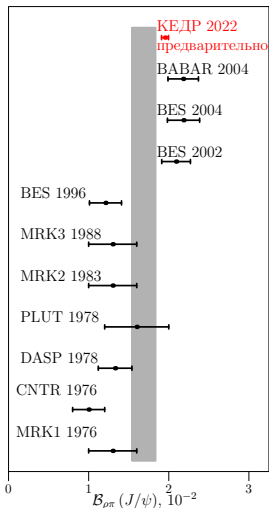


D^+ mass measurements



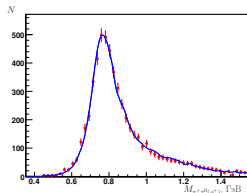
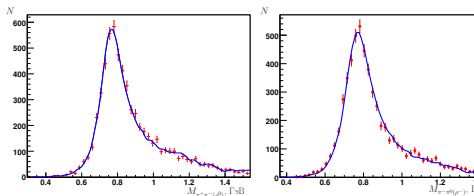


● Анализ процесса $J/\psi \rightarrow \rho\pi \rightarrow \pi^+\pi^-\pi^0$ (К.Тодышев)



PDG: $\mathcal{B}(J/\psi) = 1.69 \pm 0.15\%$ (SF 2.4)

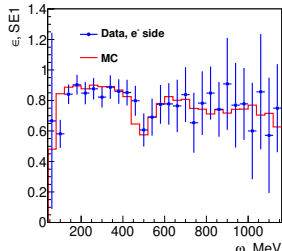
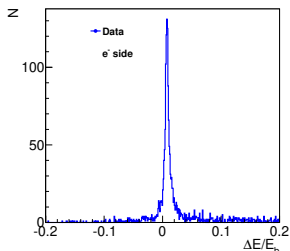
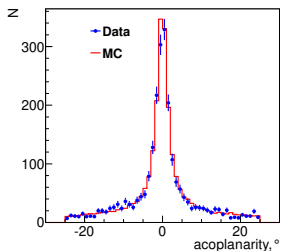
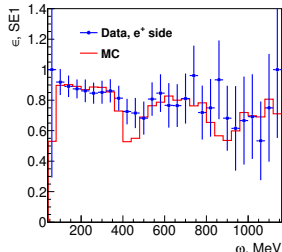
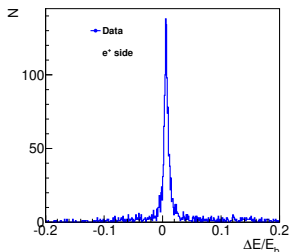
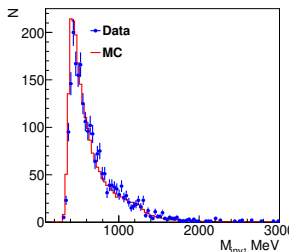
КЕДР: $\mathcal{B}_{\rho\pi}(J/\psi) = (1.953 \pm 0.017 \pm 0.040)\%$



Ведется работа по измерению вероятностей распадов $J/\psi \rightarrow \rho^-\pi^+$, $\rho^+\pi^-$, $\rho^0\pi^0$ (публикация до конца 2022 г)



- Результаты по $\gamma\gamma$ -физике
- На статистике 2021 года выделено 7346 событий $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + l^+l^-$, используемых для проверки калибровки и эффективности СРЭ



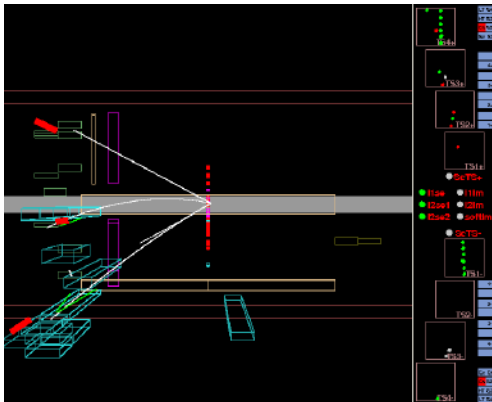
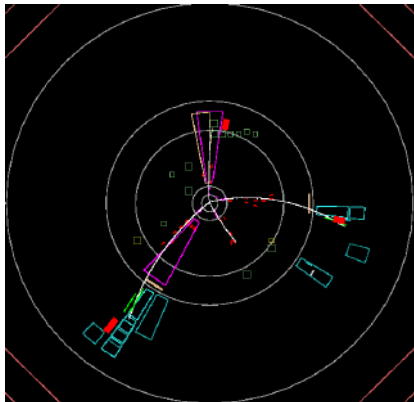
Характеристики событий

Проверка калибровки

Эффективность



- Идет подготовительная работа по выделению событий $e^+e^- \rightarrow e^+e^- + hadrons$.
- Ожидаемое число событий 630 на статистике 2021 года. Пример события.



- Набор статистики при

$$\left. \begin{array}{l} 2E = 9.46 \text{ ГэВ}, \quad \Upsilon(1S) \\ 2E = 10.02 \text{ ГэВ}, \quad \Upsilon(2S) \\ 2E = 10.36 \text{ ГэВ}, \quad \Upsilon(3S) \end{array} \right\} \int Ldt = 10 \div 30 \text{ пб}^{-1}$$

- Набор при $2E = 7.0 \div 10^* \text{ ГэВ}$, $\int Ldt = 200 \text{ пб}^{-1}$. Двухфотонная физика.

* Повышение энергии с 3.5 ГэВ до 5 ГэВ в пучке позволит обогатить физическую программу измерением масс и лептонных ширин семейства Υ – мезонов при наборе интеграла светимости для двухфотонной физики.

Команда установки детектор КЕДР (фото А.А.Осипова)



Спасибо за внимание !