

Эксперимент КЕДР

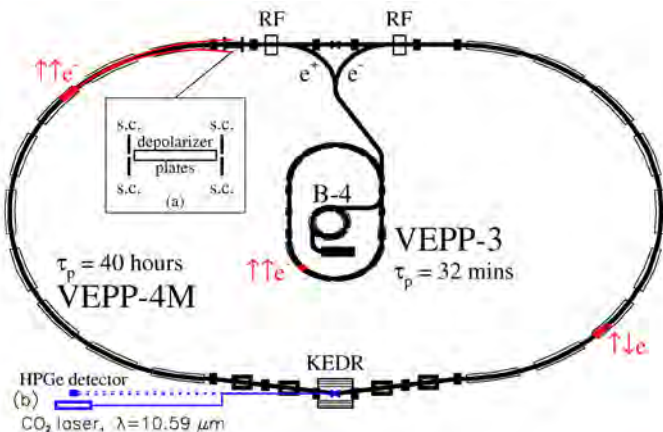
В. Блинов

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



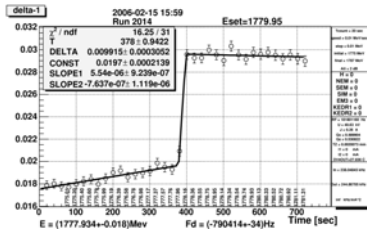
Энергия пучка: $1 \div 5$ ГэВ

Число банчей: 2×2

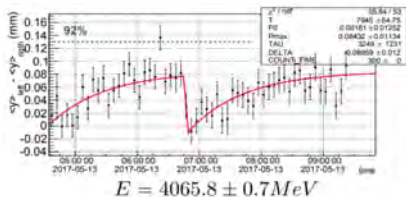
Светимость: $(1 \div 80) \times 10^{30} \text{ см}^{-2} \text{ с}^{-1}$

Метод резонансной деполяризации с измерением частоты 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

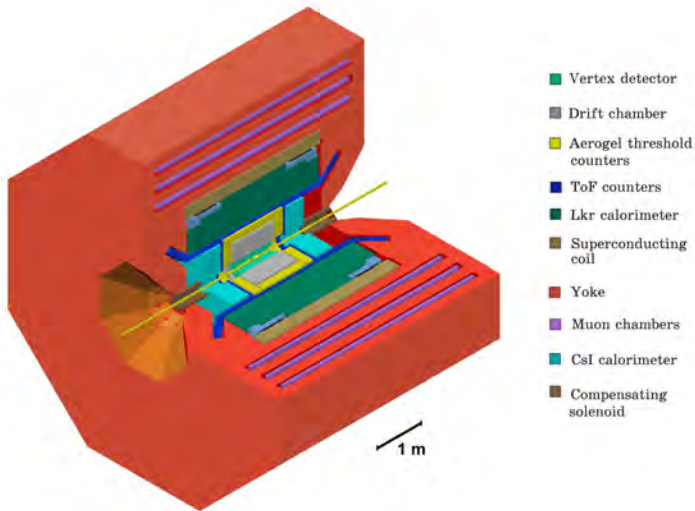


- $E > 3 \text{ ГэВ}$** : асимметрия рассеяния
 циркулярно поляризованных лазерных фотонов
 $\Delta E/E = 10^{-5}$, $(30 \div 50) \text{ кэВ}$



Физические задачи

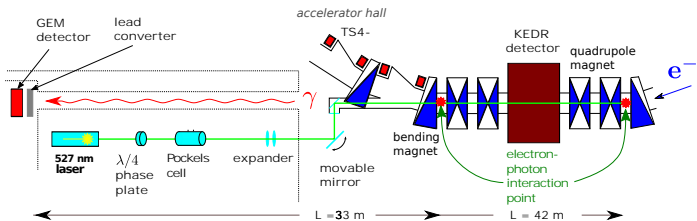
- Измерение масс элементарных частиц
 - Низкая энергия: J/ψ , $\psi(2S)$, $\psi(3770)$, D^0 , D^\pm -мезоны, τ -лептон
 - Высокая энергия: $\Upsilon(1s)$, $\Upsilon(2s)$, $\Upsilon(3s)$, $\Upsilon(4s)$ – мезоны
- Измерения лептонных ширин ψ и Υ – мезонов
- Измерение R в области $2E = 2 \div 10$ ГэВ
-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



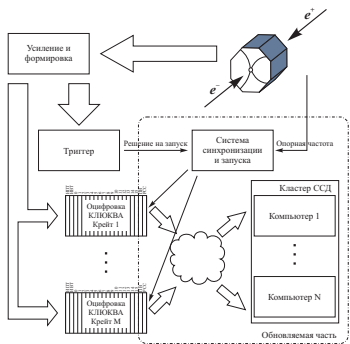
- Все системы детектора находятся в адекватном для выполнения физической программы состоянии



- Модернизация инженерных систем детектора
- Лазерный поляриметр
- Модернизация системы сбора данных детектора
- Новая дрейфовая камера
- Модернизация системы высоковольтного питания (переход на CAEN)

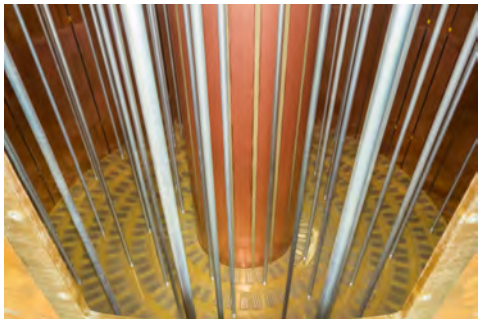


- Импульсный Nd:YLF 527 нм лазер 2 Вт, 4 кГц, 5 нс
- Управление поляризацией лазера при помощи ячейки Погкельса
- Введена в эксплуатацию новая система запуска лазера и управления поляризацией на основе электроники VME (CAEN)
- Асимметрия обратного комптоновского рассеяния $\sim 1.5\%$
- Создан новый пиковый детектор
- Ведется работа над новым алгоритмом обработки данных с детектора
- Изготавливается новое охлаждаемое водой медное зеркало, что даст увеличение скорости счета в ~ 10 раз
- В 2020 году планировалось получить поляризацию и выполнить калибровку энергии пучка ВЭПП-4 на $E = 4.7\text{ ГэВ}$

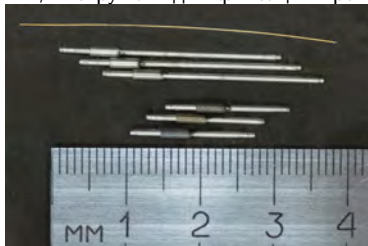


- Получены от разработчиков блоки МЧС, имеющие входы для внешнего запуска. Изменений в электрических схемах больше не ожидается.
- Стенд тестирования расширен управляемыми блоками имитации сигналов КЛЮКВЫ. Проложен (при участии ОВС) канал связи между зд. 1 и зд. 13, соединяющий стенды КЕДРа и разработчиков электроники.
- Начат монтаж оборудования в машзале КЕДРа, установлена стойка коммутаторов ССД, изготовлено и проложено большинство кабелей от крейтов КЛЮКВЫ к ней.
- Ведётся отладка и дальнейшая разработка "прошивки" блоков ССД (Рубан, Козырев) и ПО ССД (Максимов).

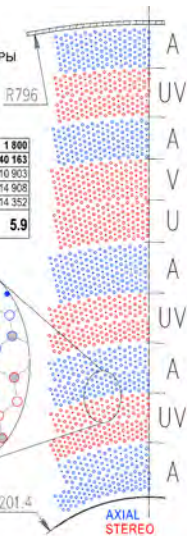
- Корпус ДК собран, преднатяжение создано, торцевые фланцы вклеены. Камера готова к натяжению проволочек.



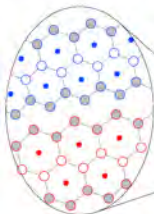
- Пины, инструмент для фиксации проволочек в пинах изготовлены.



ПРОВОЛОЧНАЯ СТРУКТУРА ДРЕЙФОВОЙ КАМЕРЫ ДЕТЕКТОРА СЧФ

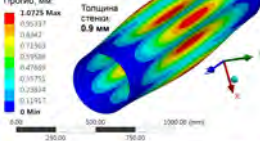


ДЛИНА ПРОВОЛОЧЕК, мм	1 800
КОЛ-ВО ПРОВОЛОЧЕК:	40 163
● СИГНАЛЬНЫЕ 25 мм	10 903
○ ПОЛЕВЫЕ 100 мм	14 908
○ ПОЛЕВЫЕ 125 мм	14 352
НАГРУЗКА ОТ НАТЯЖЕНИЯ ПРОВОЛОЧЕК, ТОНН	5.9



ВНУТРЕННЯЯ ОБЕЧАЙКА

Нагрузка от проволоки: 40% от 5.9 тонн
 Коэф. запаса устойчивости: 7.3
 Пробиб, мм:



ВНЕШНЯЯ ОБЕЧАЙКА

Нагрузка от проволоки: 60% от 5.9 тонн
 Коэффициент запаса устойчивости: 14
 Пробиб, мм:

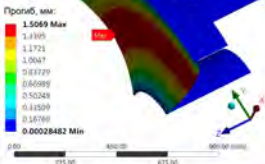


МАТЕРИАЛ КОРПУСА (ОБЕЧАЙКИ И ТОРЦЕВЫЕ ПЛАСТИНЫ):
 УТПЕЛПЛАСТИК СВЕРХВЫСОКОМОДУЛЬНЫЙ НИКАМ РС/М55J
 МОДУЛЬ ЮНГА НА ИЗГИБЕ 168 ГПа (КВАЗИЗОТРОПНЫЙ)
https://nikam.ru/documents/Catalog_NIKAM.pdf

ТОРЦЕВАЯ ПЛАСТИНА

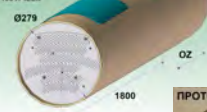
Нагрузка от проволоки: 5.9 тонн

Толщина пластины: 13 мм
 Пробиб, мм:



ПРОТОТИП ДК

ПОДРАЗМЕРНЫЙ ПО ОЗ
 3 СУПЕРСЕРИИ
 156 ЯЧЕЕК



Gold Plated Tungsten-Rhenium (3%) Wire
 Ø25 µm
 LAMB METALS AG, Tübingen



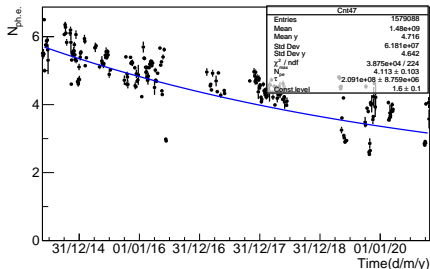
ПРОВОЛОКА КАТОДНАЯ

Aluminum alloy wire Al5056
 156 ЯЧЕЕК

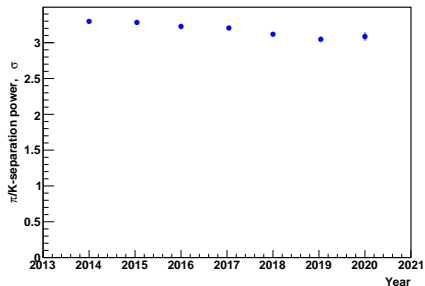


ПРОТОТИП ЯЧЕЙКИ

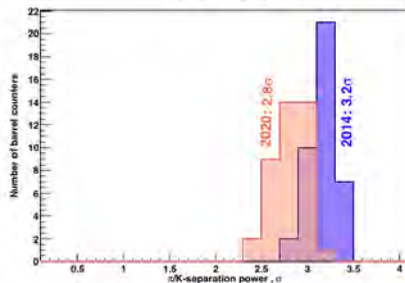




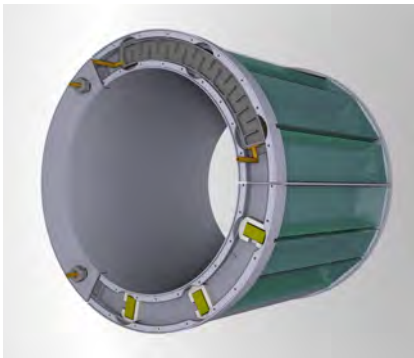
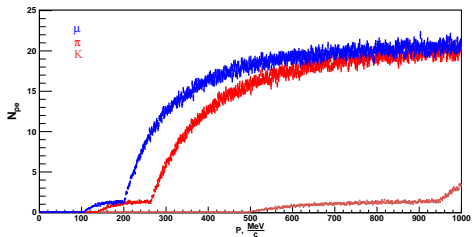
Barrel counter N47



- За 7 лет работы среднее число ф.э. уменьшилась на 30%
- π/K -разделение в диапазоне импульсов $700 \leq P \leq 1400$ МэВ/с с 2014 по 2020 уменьшилось с 3.2σ до 2.8σ

 $700 \leq P \leq 1400$ MeV/c


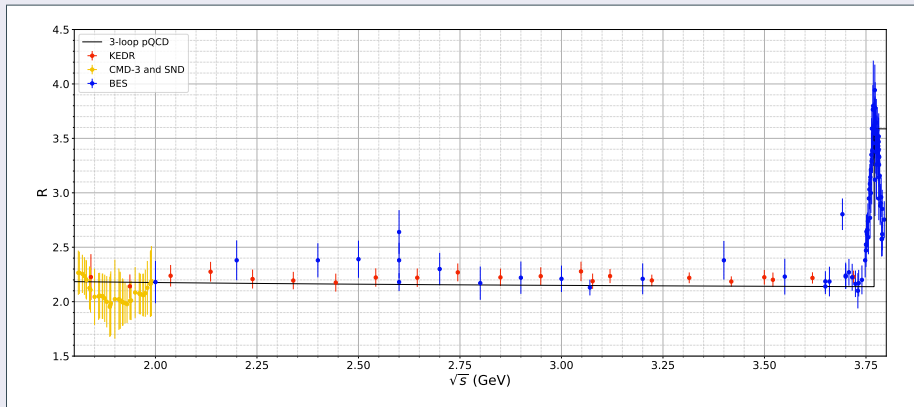
- Замена ФЭУ с МКП на кремниевый ФЭУ
 - система с $n = 1.05$: 4.5 фэ → 8÷10 фэ
 - система с $n = 1.13$: 9.5 фэ → 18÷20 фэ
- Повышение степени π/K разделения
- Требуется компактная система термостабилизации – охлаждения КФЭУ



Конструкции системы АШИФ детектора
СНД

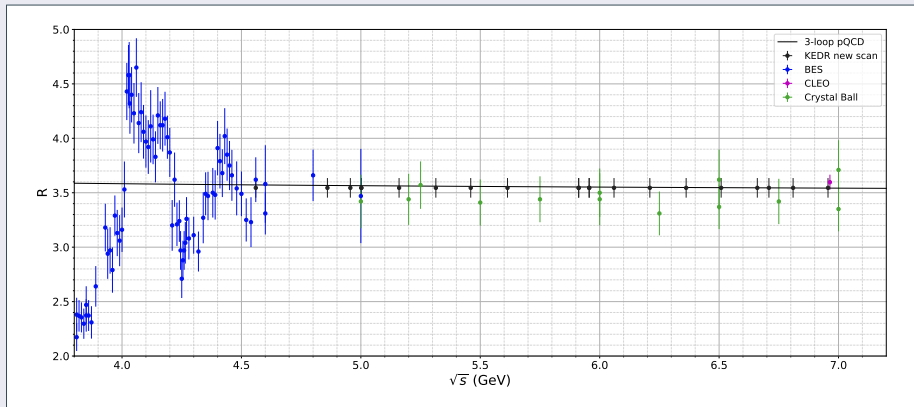
- Завершение набора статистики в области $2E = 4.5 \div 7.0$ ГэВ, 2 недели

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



- КЕДР 2019: с лучшей в мире точностью измерено R при $2E = 1.84 - 3.72$ ГэВ

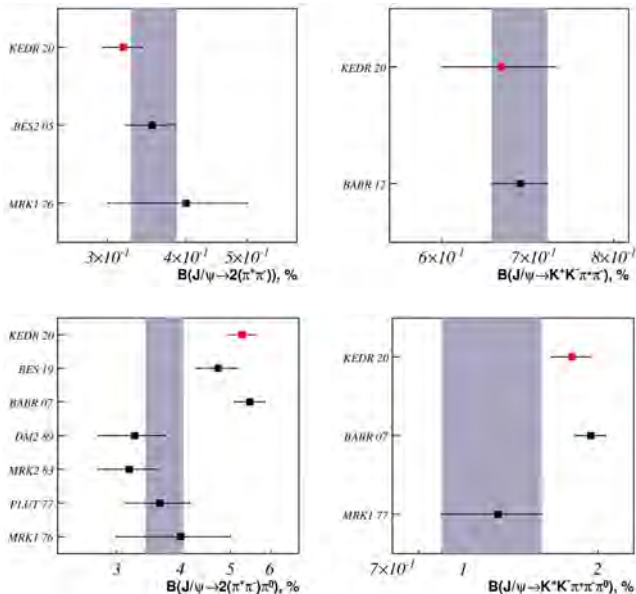
Результаты измерения R в области $2E = 3.8 \div 7.2$ ГэВ



- КЕДР: статистическая ошибка 2.5% (Т.Харламова)

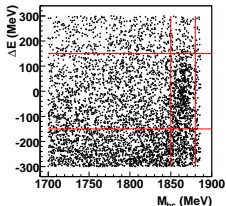
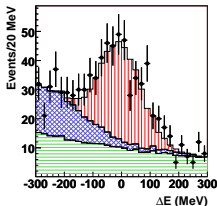
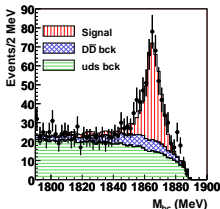


● Измерение бранчингов распадов J/ψ – мезона (В.Малышев)



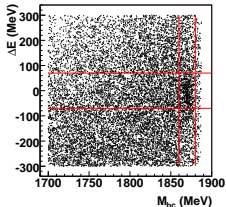
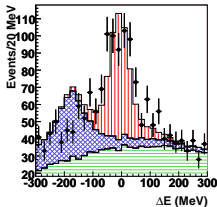
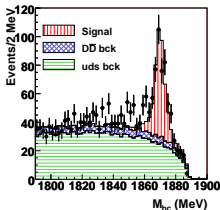
- Измерение масс D^\pm и D^0 – мезонов (И.Овтин)
- Интеграл светимости 4.06 пб^{-1} на $\psi(3770)$ набран в 2016–2017 гг

$D^0 \rightarrow K^- \pi^+$ ($B = 3.89\%$)

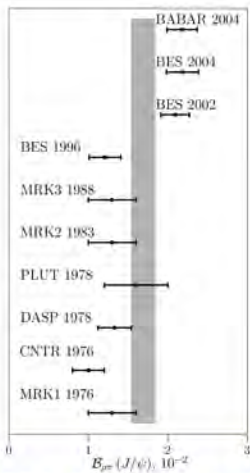


M_{D^0}	$1864.12 \pm 0.39 \text{ MeV}$
ΔE	$-2.628 \pm 6.63 \text{ MeV}$
N_{sig}	317.80
N_{uds}	150.19
N_{DD}	56.01

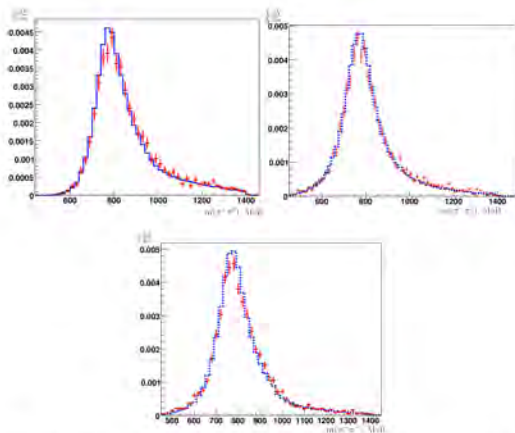
$D^+ \rightarrow K^- \pi^+ \pi^+$ ($B = 8.98\%$)



M_{D^+}	$1869.68 \pm 0.33 \text{ MeV}$
ΔE	$-8.17 \pm 3.65 \text{ MeV}$
N_{sig}	432.30
N_{uds}	243.64
N_{DD}	44.36

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


PDG: $B_{\rho\pi}(J/\psi) = 1.69 \pm 0.15\%$
 Scale Factor 2.4



Ведётся работа по измерению вероятностей
 распадов $J/\psi \rightarrow \rho^-\pi^+, \rho^+\pi^-, \rho^0\pi^0$

- Набор статистики при

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

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

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

- Завершено выполнение физической программы при $2E < 7$ ГэВ
- Для завершения физической программы необходимо набрать $\int Ldt \simeq (150 - 200)$ пб⁻¹, при $2E \geq 7$ ГэВ

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



Спасибо за внимание !