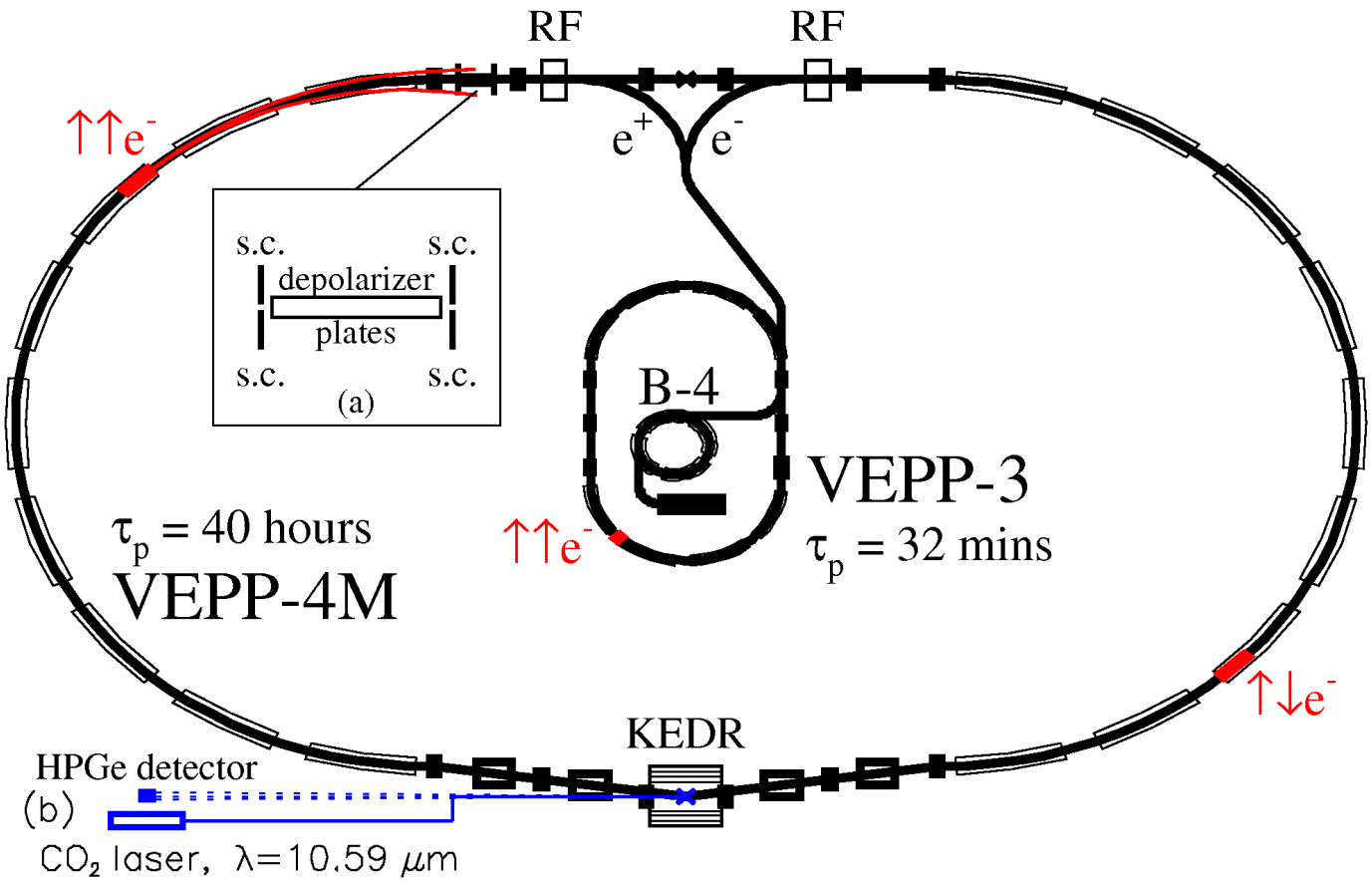
Эксперимент КЕДР: состояние дел и планы

В. Блинов

Институт Ядерной Физики им. Будкера СО РАН

План:



Энергия пучка: $1 \div 5$ ГэВ

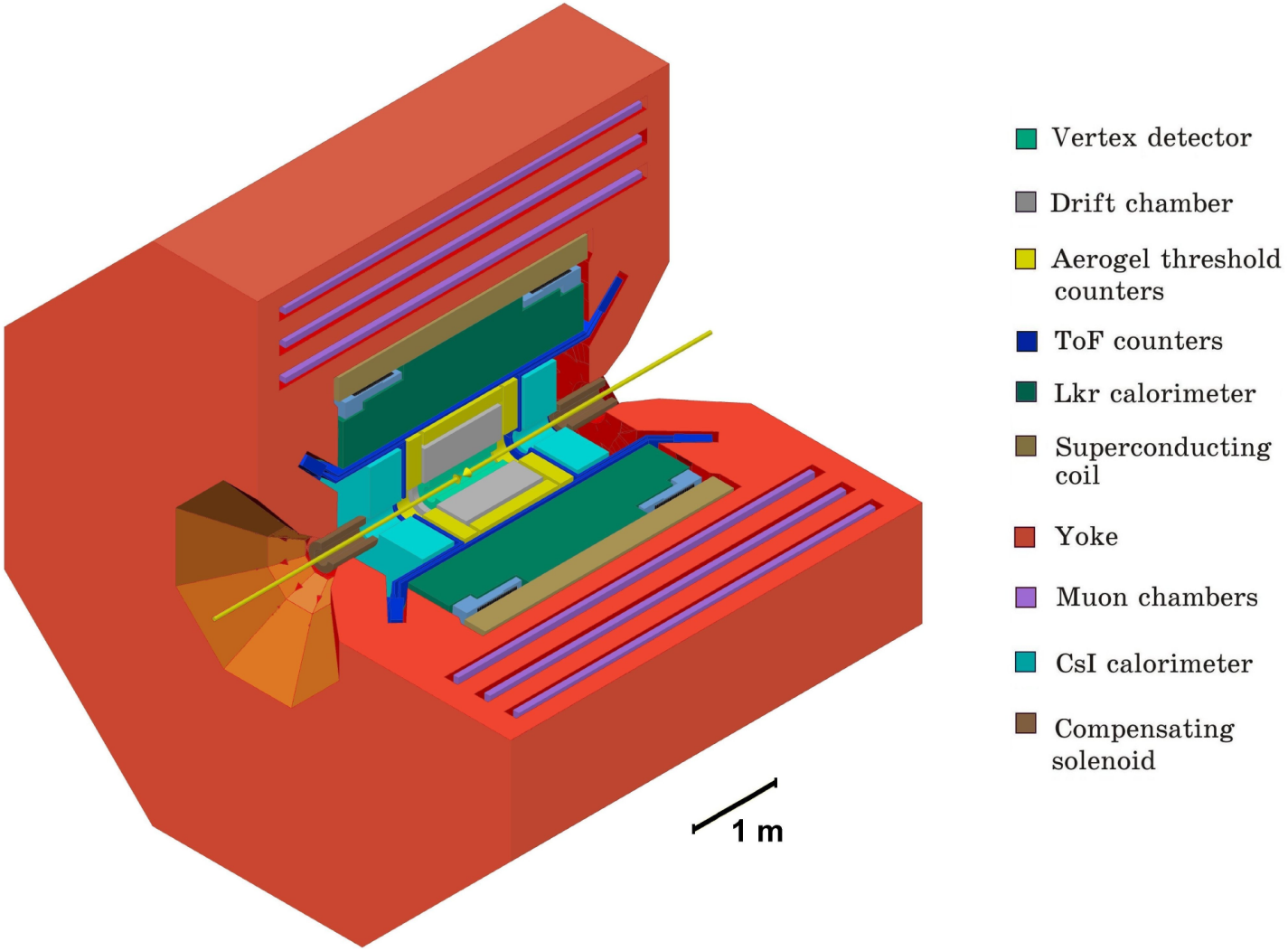
Число банчей: 2×2

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

Измерение энергии методом РД:

$E < 3$ ГэВ, тушековский поляриметр

$E > 3$ ГэВ, лазерный поляриметр

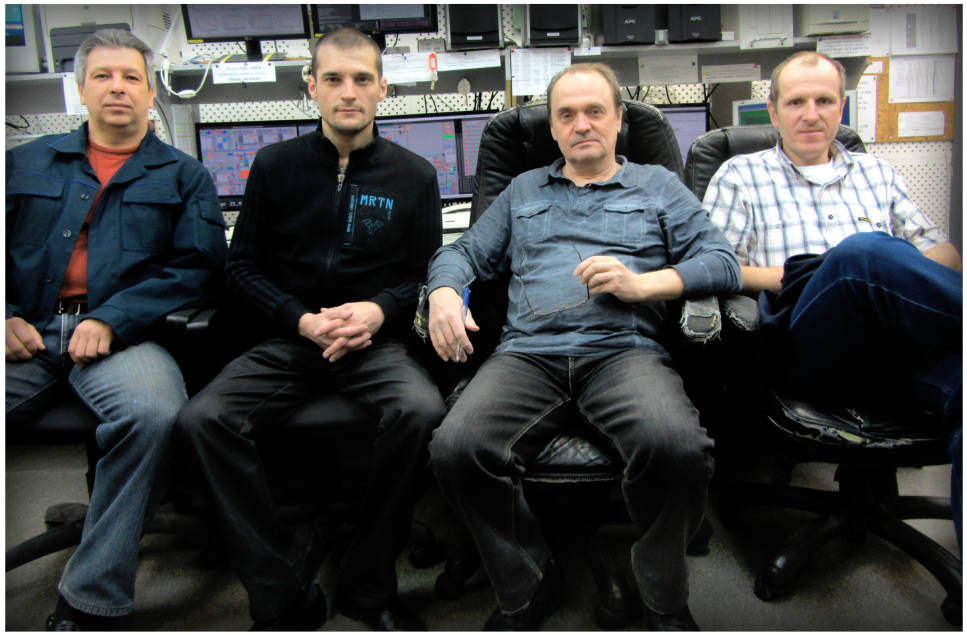


- Все системы детектора находятся в удовлетворительном состоянии

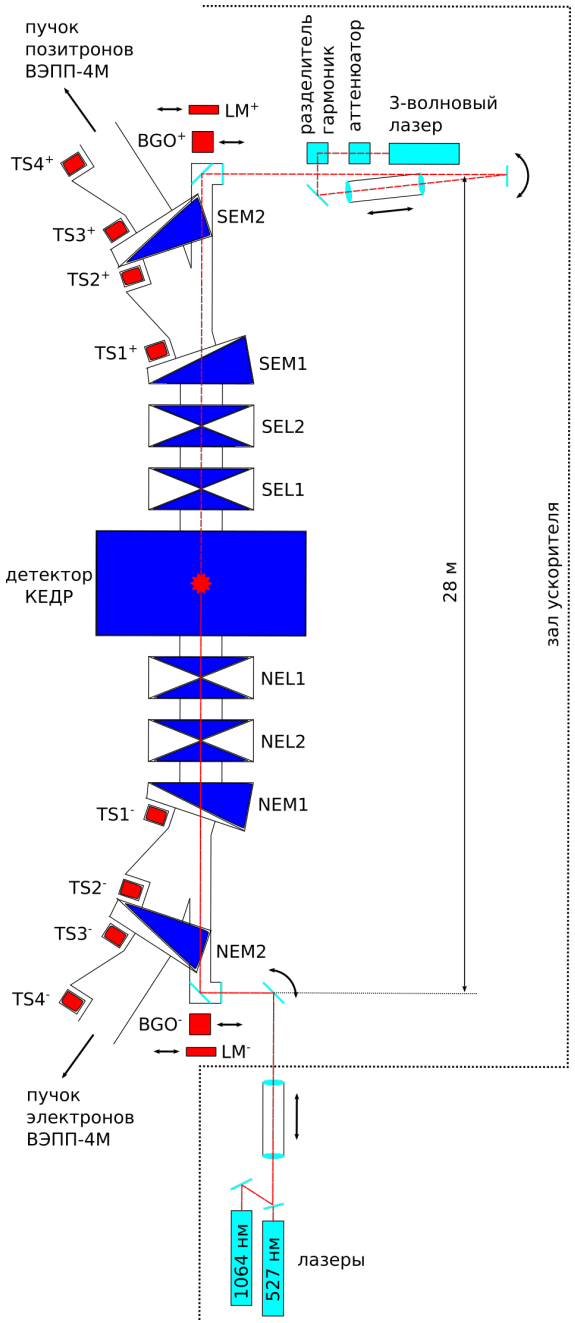
Криогенная система

- Уже много лет криогенная система КЕДР стабильно работает усилиями команд криогенной станции ИЯФ и КЕДР, обеспечивая расход LHe 400 ÷ 500 литров в сутки.

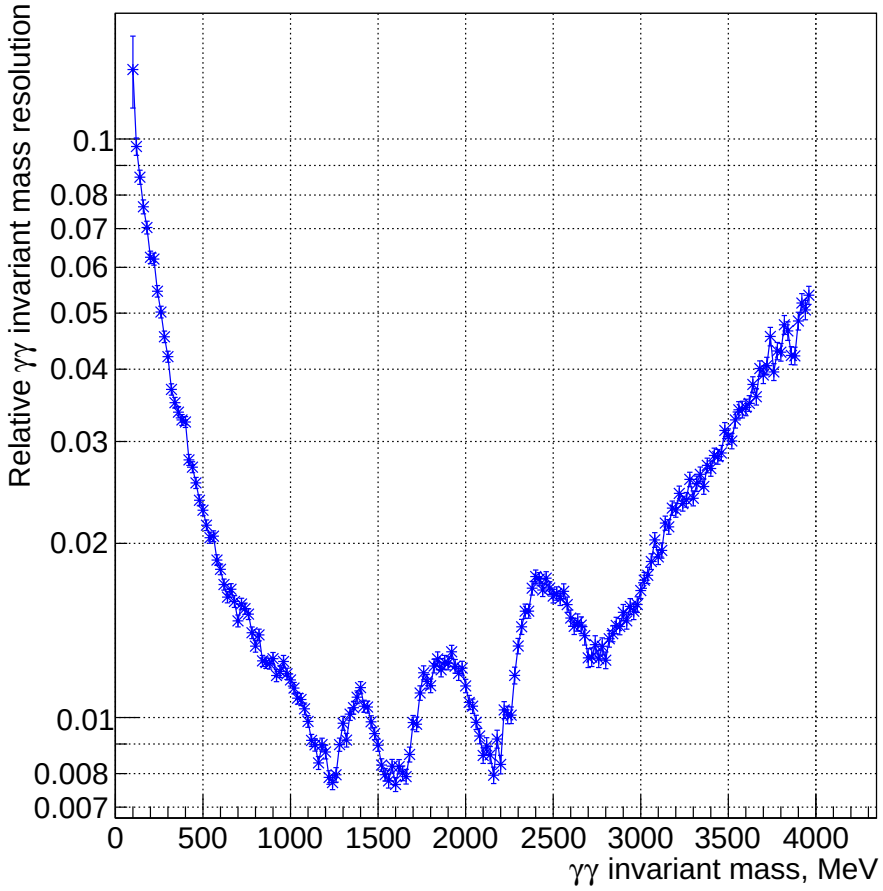
  Команда: В.В. Анашин, А.А. Краснов, В.Ф. Куликов, Р.Г. Снопков, А.К. Барладян, В.В. Рачков, С.В. Карпов, А.А. Рубан и многие другие.



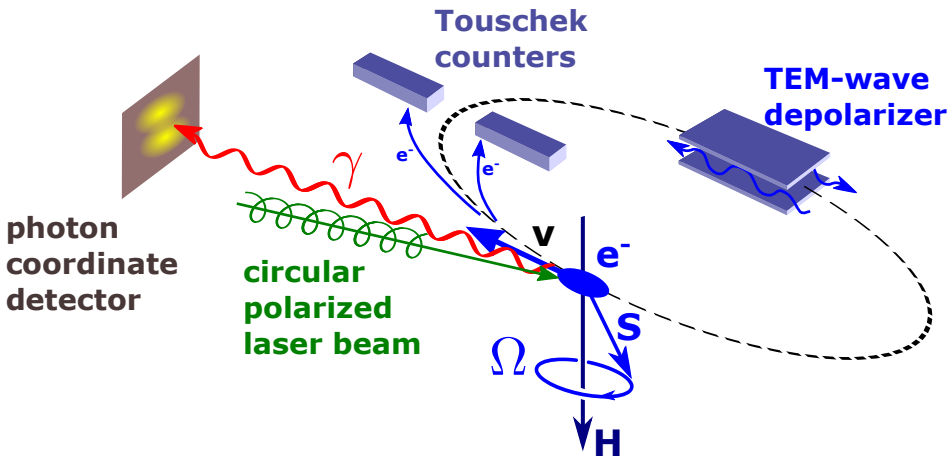
Система регистрации рассеянных электронов (позитронов)



- Непрерывно работает система лазерной и BGO калибровки
- Разработана методика расчета энергетической шкалы СРРЭ на основе модели ее магнитной системы. Достигнута модельная точность $\Delta E/E = (2 \div 3) \times 10^{-5}$
- Опубликовано 3 работы и защищена диссертация В.В. Каминским

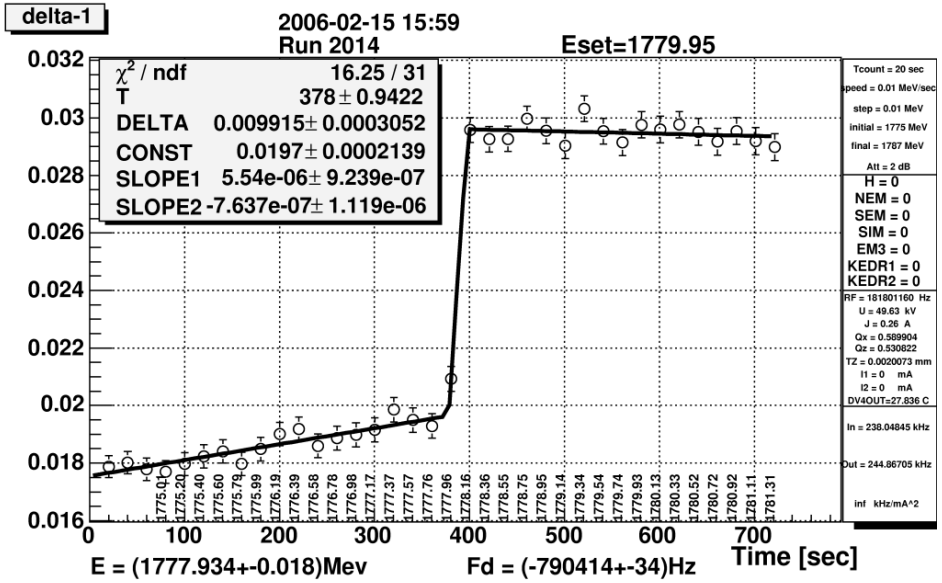


- Метод резонансной деполяризации с измерением частоты деполяризации по
  E<3 ГэВ: внутрисгустковое рассеяние
  E>3 ГэВ: ассиметрия рассеяния циркулярно поляризованных лазерных фотонов

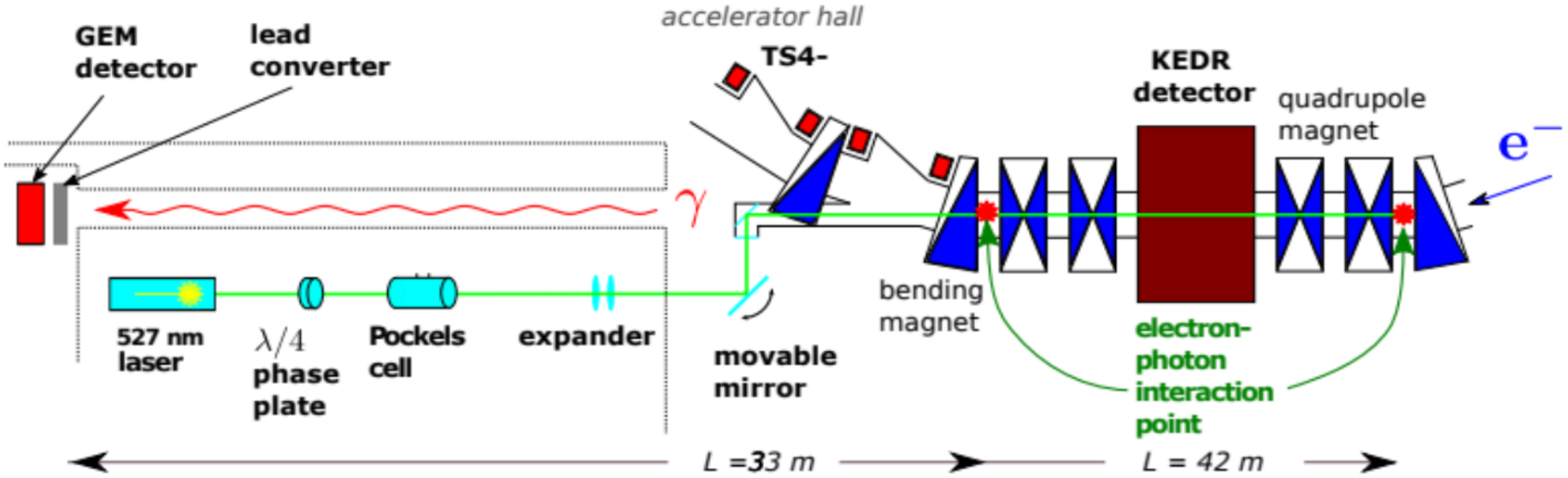


E<3 ГэВ, тушековский поляриметр

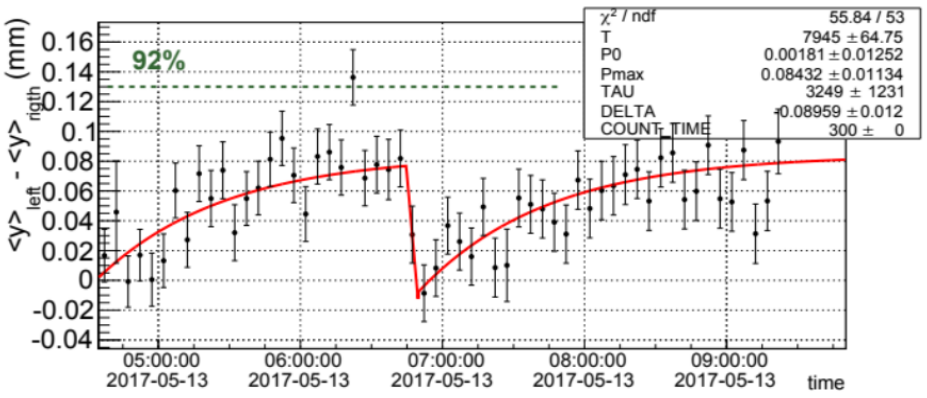
- Точность восстановления энергии в течении всего эксперимента $(5 \div 15) \times 10^{-6}$, $(10 \div 30)$ кэВ
- За время эксперимента проведено 3089 калибровок энергии



E>3 ГэВ, лазерный поляриметр

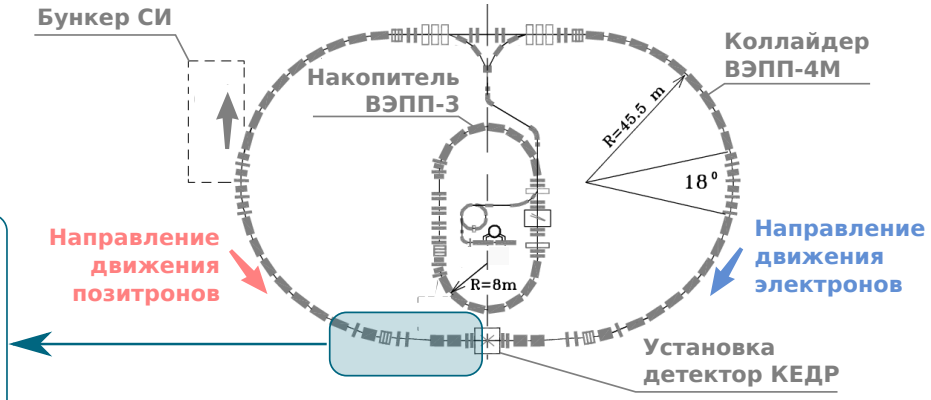


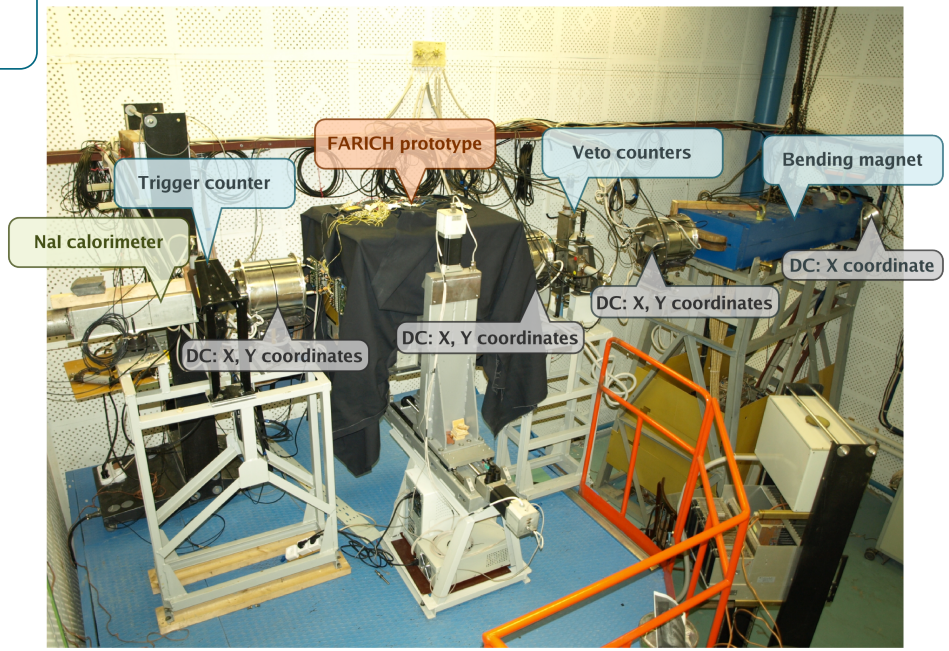
- Изготовлен детектор и электроника
- Установлен новый лазер (2 Вт, 2 кГц), новая система запуска лазера. Скорость счета рассеянных фотонов 1.2 кГц/мА
- Начата работа по автоматизации калибровки энергии и интеграции системы с тушековским поляриметром
- Проведена первая калибровка энергии на E=4 ГэВ



$$E = 4065.8 \pm 0.7 MeV$$

Тестовый пучок электронов





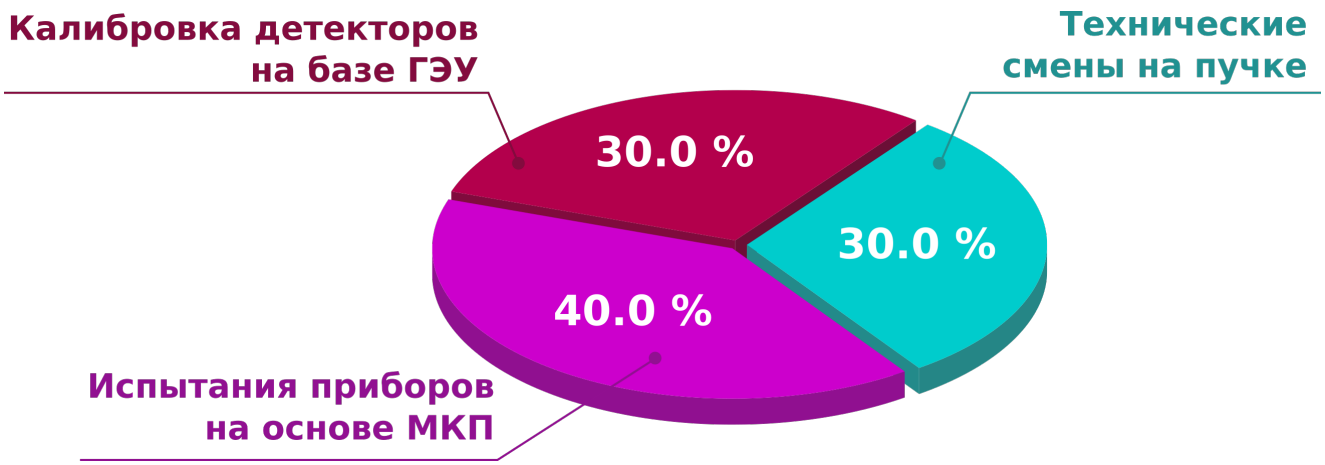
Полученные параметры пучка

- Диапазон энергий: $100 \div 3500$ МэВ
- Энергетический разброс: $7.8 \div 2.9$ % ($100 \div 3000$ МэВ)
- Точность определения энергии: лучше 1.8 % (≥ 1000 МэВ)
- Средняя скорость счета: 50 Гц

Список работ на выведенном пучке в 2017 году

- Измерение пространственного разрешения и толщины координатных детекторов на базе ГЭУ
- Исследование временного разрешения и эффективности регистрации приборов на основе МКП
- Технические смены на тестовом пучке

- В 2017 году на пучке проведено 10 смен

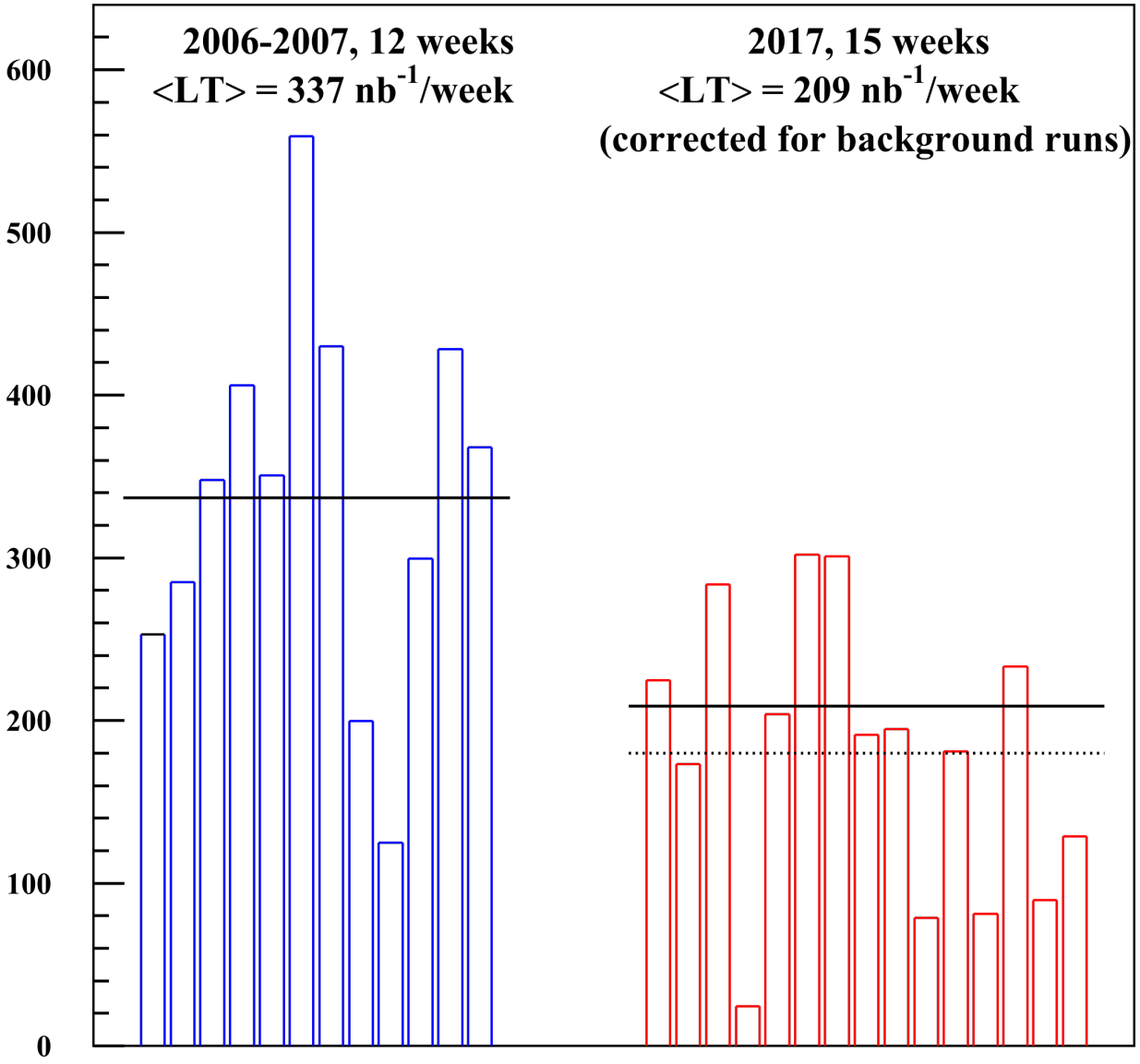


- Опубликовано 6 работ и защищена диссертация В.С. Бобровниковым

Физические задачи

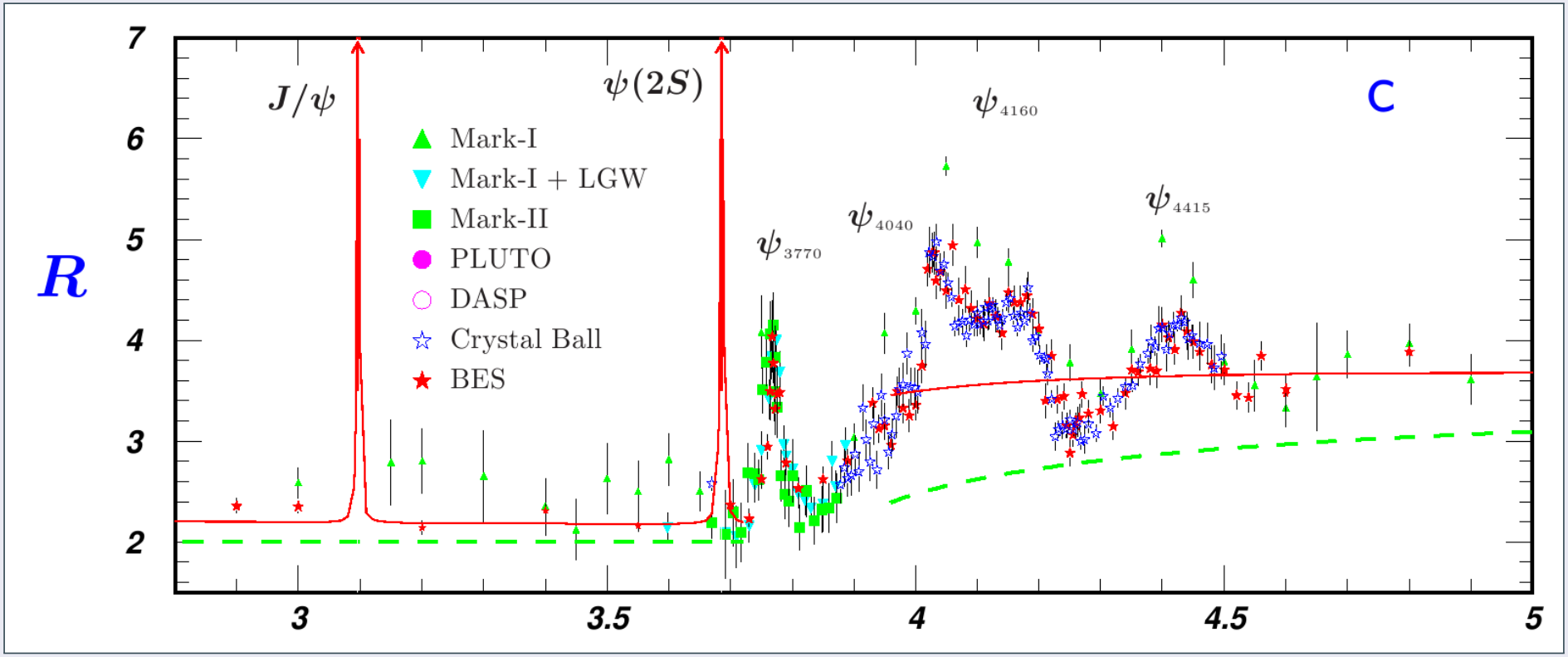
- Измерение масс элементарных частиц
  - Низкая энергия: J/ψ, $\psi(2S)$, $\psi(3770)$, D^0, $D^{\pm}$-мезоны, τ-лептон
  - Высокая энергия: $\Upsilon(1s)$, $\Upsilon(2s)$, $\Upsilon(3s)$, $\Upsilon(4s)$ – мезоны
- Измерения лептонных ширин ψ и Υ – мезонов
- Измерение R в области $2E = 2 \div 10$ ГэВ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

Набор статистики в 2017 году

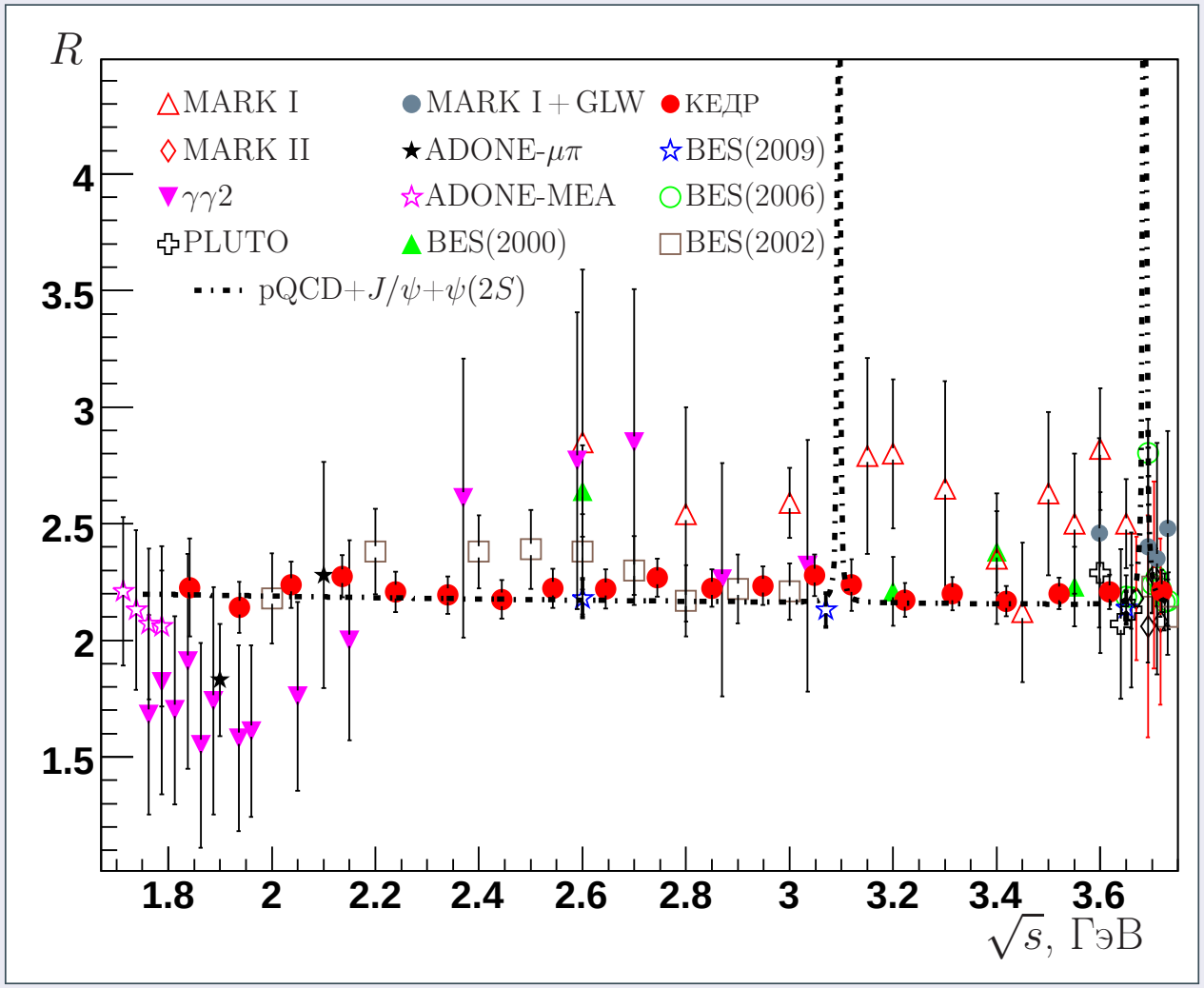


- Набор статистики в 2017 году был крайне неэффективным.

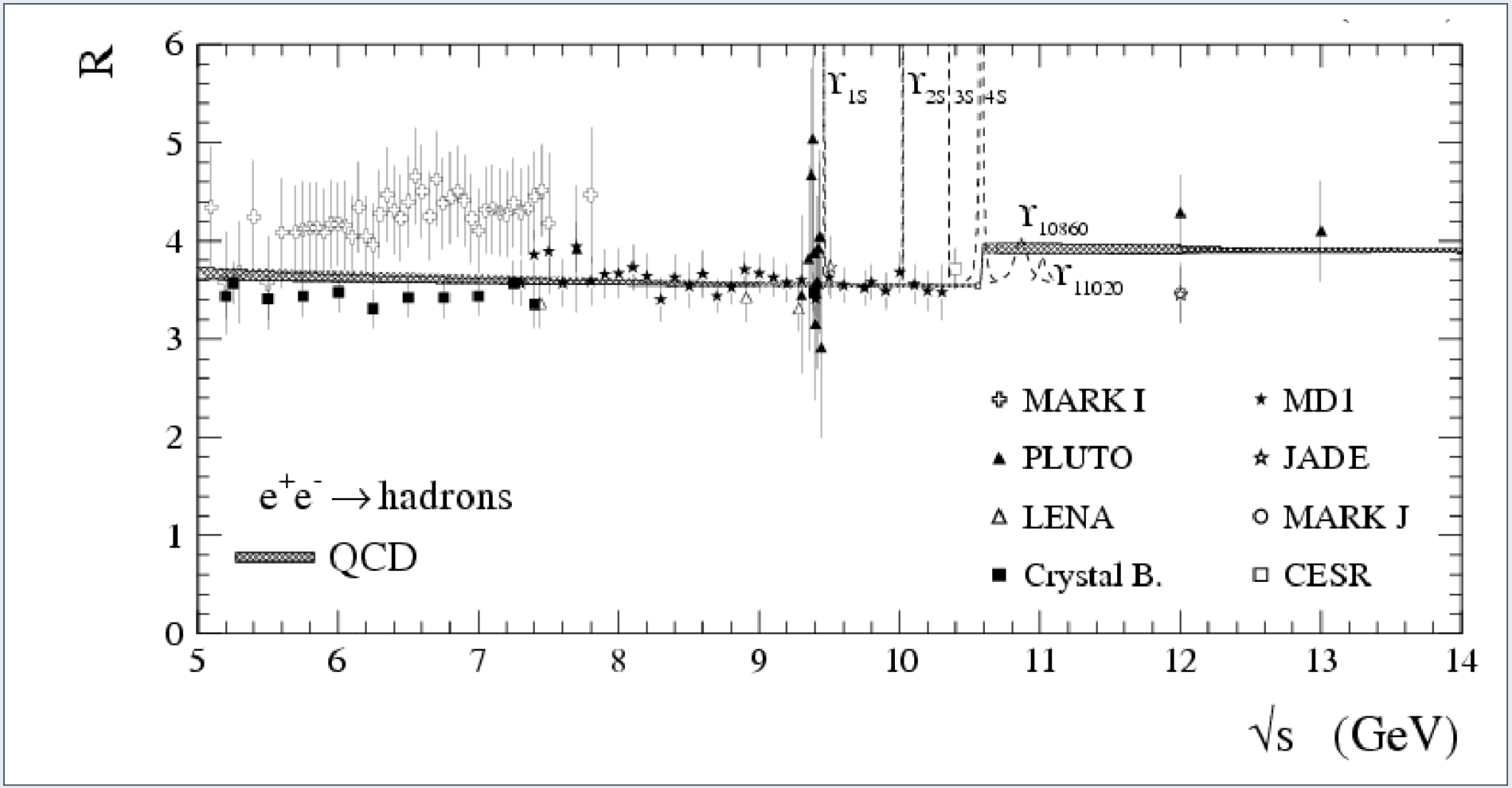
Результаты измерение R в области $2E = 2.8 \div 5.0$ ГэВ



Измерение R при $2E = 1.86 \div 3.7$ ГэВ, $\int Ldt \simeq 2.05$ пб$^{-1}$



Результаты измерение R в области $2E = 5.0 \div 14.0$ ГэВ



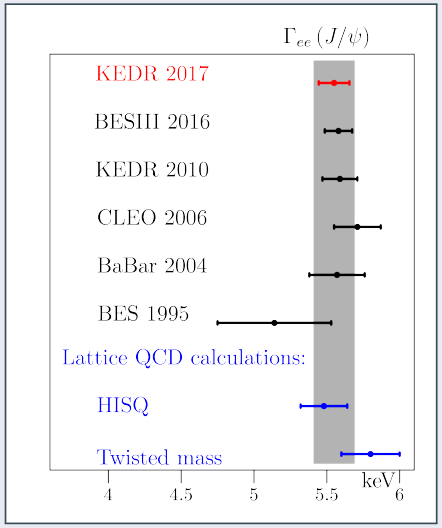
Параметры J/Ψ – мезона

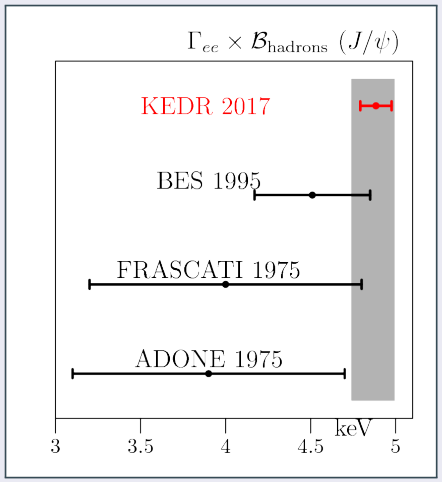
$\Gamma_{ee} = (5.550 \pm 0.056 \pm 0.080)$ кэВ

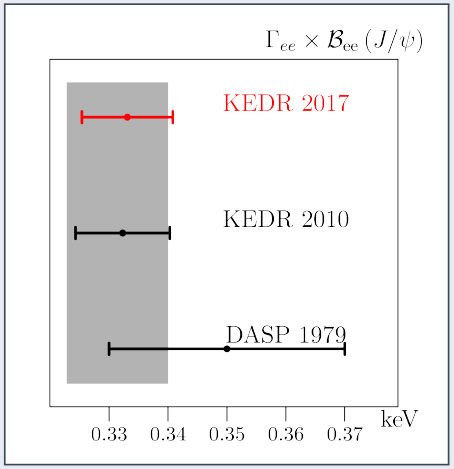
$\Gamma_{ee} \times B_h = (4.884 \pm 0.048 \pm 0.078)$ кэВ

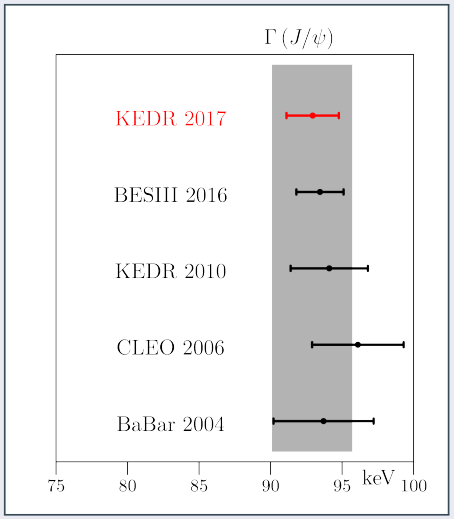
$\Gamma_{ee} \times B_{ee} = (0.3331 \pm 0.0066 \pm 0.0004)$ кэВ

$\Gamma = (92.94 \pm 1.83)$ кэВ, ($\Gamma_{ee} = (5.55 \pm 0.14 \pm 0.02)$ кэВ, PDG 2016)







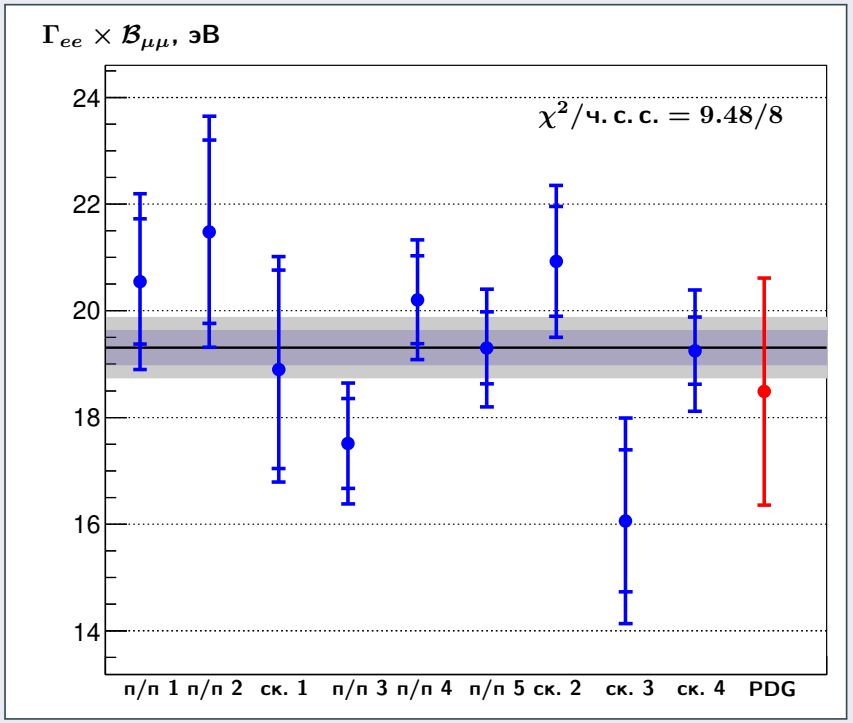


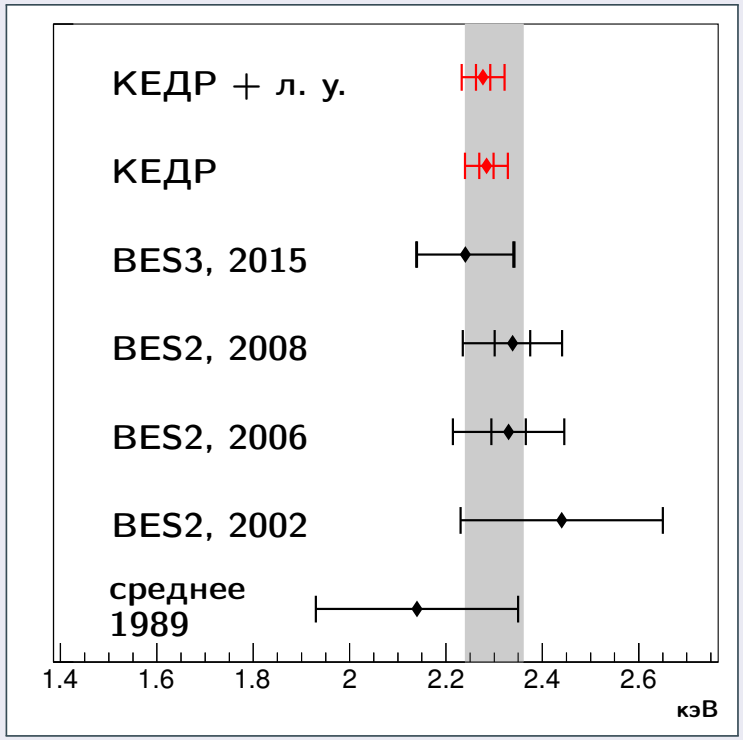
Параметры $\Psi(2S)$ – мезона

$\Gamma_{ee} \times B_{\mu\mu} = (19.3 \pm 0.3 \pm 0.5)$ эВ, КЕДР

$\Gamma_{ee} \times B_{\mu\mu} = (18.5 \pm 2.1)$ эВ, PDG

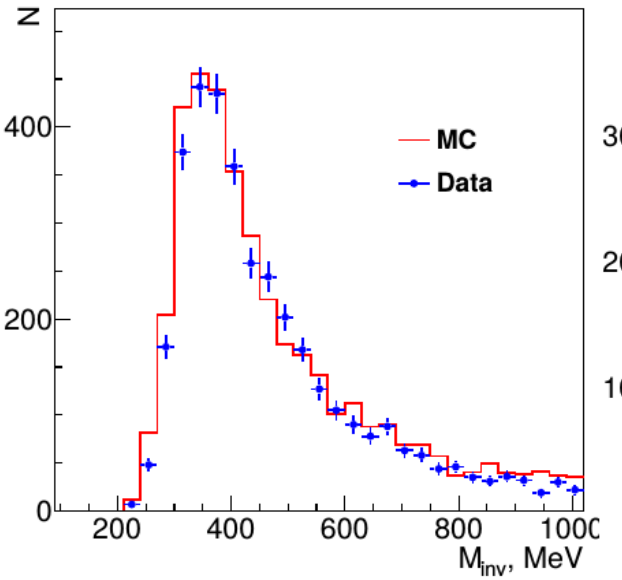
$\Gamma_{ee} = (2.282 \pm 0.015 \pm 0.042)$ кэВ





Первые результаты по $\gamma\gamma$ – физике

$e^+e^- \to e^+e^- + e^+e^-$

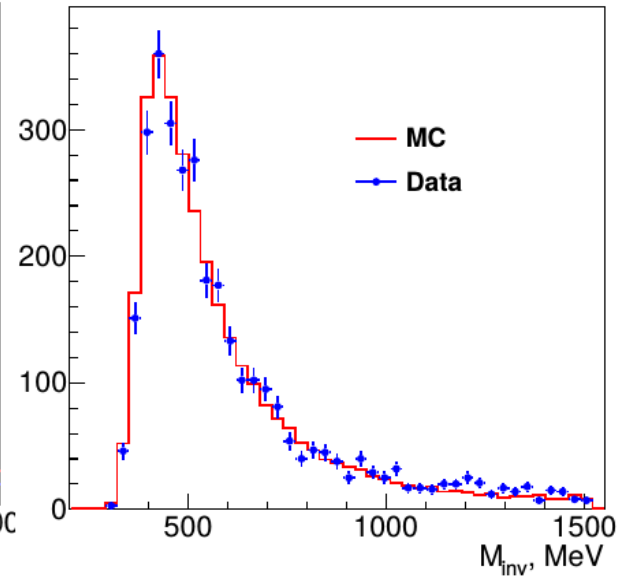


$E_b = 1.78$ ГэВ, ≈ 4 пб$^{-1}$

Data: $3582 \pm 60 \pm 8$,

Data/MC $= 0.965 \pm 0.045$

$e^+e^- \to e^+e^- + \mu^+\mu^-$

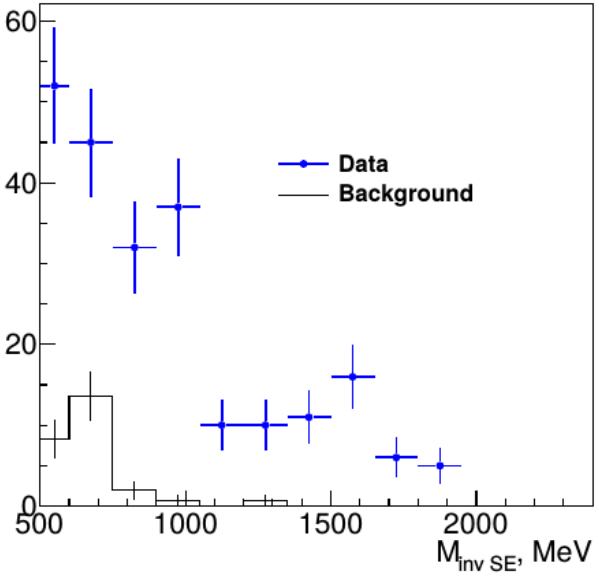


$E_b = 1.78$ ГэВ, ≈ 4 пб$^{-1}$

Data: $3014 \pm 56 \pm 83$,

Data/MC $= 0.946 \pm 0.033$

$e^+e^- \to e^+e^- + \text{hadrons}$



$E_b = 1.78$ ГэВ, ≈ 4 пб$^{-1}$,

$E_b = 1.84$ ГэВ, ≈ 2.4 пб$^{-1}$

Data: 224 ± 15

Ведутся анализы

- $Br(J/\psi \to \gamma\eta_c)$
- $Br(J/\psi \to \gamma\pi^+\pi^-)$, $Br(J/\psi \to \gamma K^+K^-)$, $Br(J/\psi \to \gamma p\bar{p})$
- Измерение масс D–мезонов
- Измерение R при $2E = 3.1 \div 3.7$ ГэВ
- Двухфотонное рождение e^+e^-, $\mu^+\mu^-$, адроны

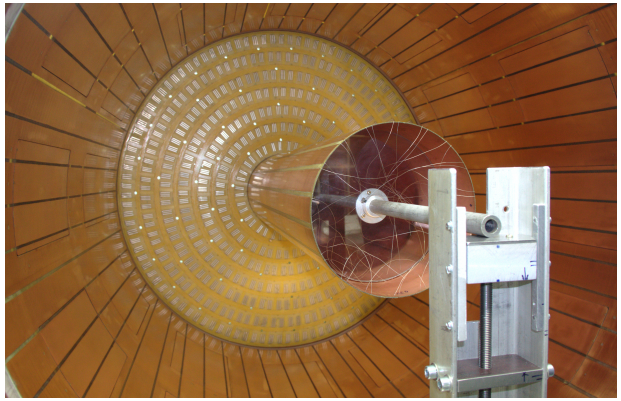
В 2017 году

- Опубликовано 12 работ (3 по ФЭЧ + 9 по методике)
- Защищено 3 диссертации

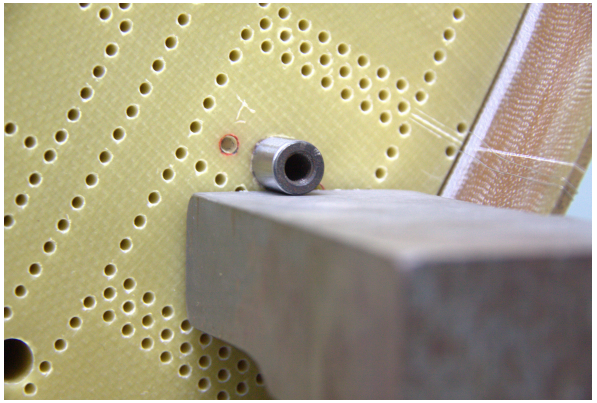
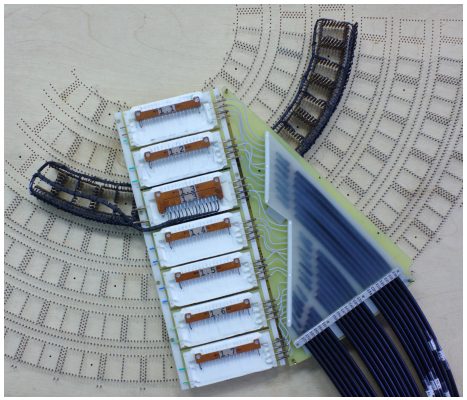
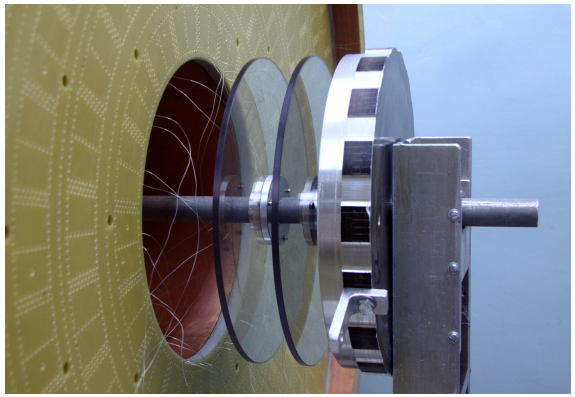
- Сканирование области $2E = 4.5 \div 8.0 \to 10.0$ ГэВ, $\int Ldt = 8$ пб$^{-1}$. Измерение R.
- Набор статистики ниже $2E = 2$ ГэВ, $\int Ldt \simeq 0.2$ пб$^{-1}$. Измерение R.
- Набор при $2E = 8.0 \div 10^*$ ГэВ, $\int Ldt = 150$ пб$^{-1}$. Двухфотонная физика.

* 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.

Новая дрейфовая камера





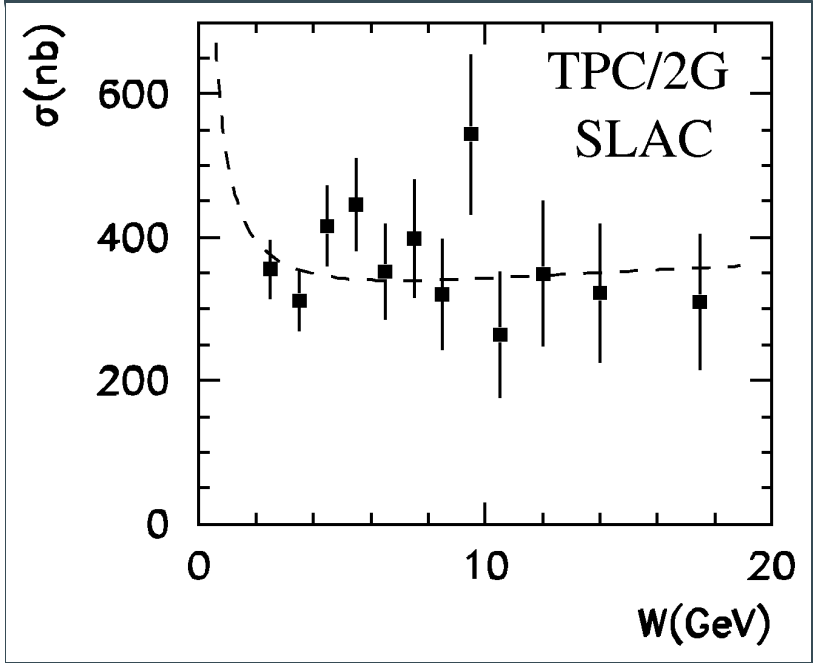
Необходимые расходы в 2018 году

Процессоры вывода:	0.5 млн. руб.
Новая ДК:	0.9 млн. руб.
Тушековский поляриметр:	5.9 млн. руб.
Лазерный поляриметр и калибровка СРРЭ:	5.7 млн. руб.
Модернизация СРРЭ:	0.2 млн. руб.
μ–система:	0.5 млн. руб.
Криогенная система:	1.5 млн. руб.
Компьютерная инфраструктура:	0.5 млн. руб.
Инженерия детектора:	2.5 млн. руб.
Тестовый пучок:	2.5 млн. руб.
Итого:	20.7 млн. руб.

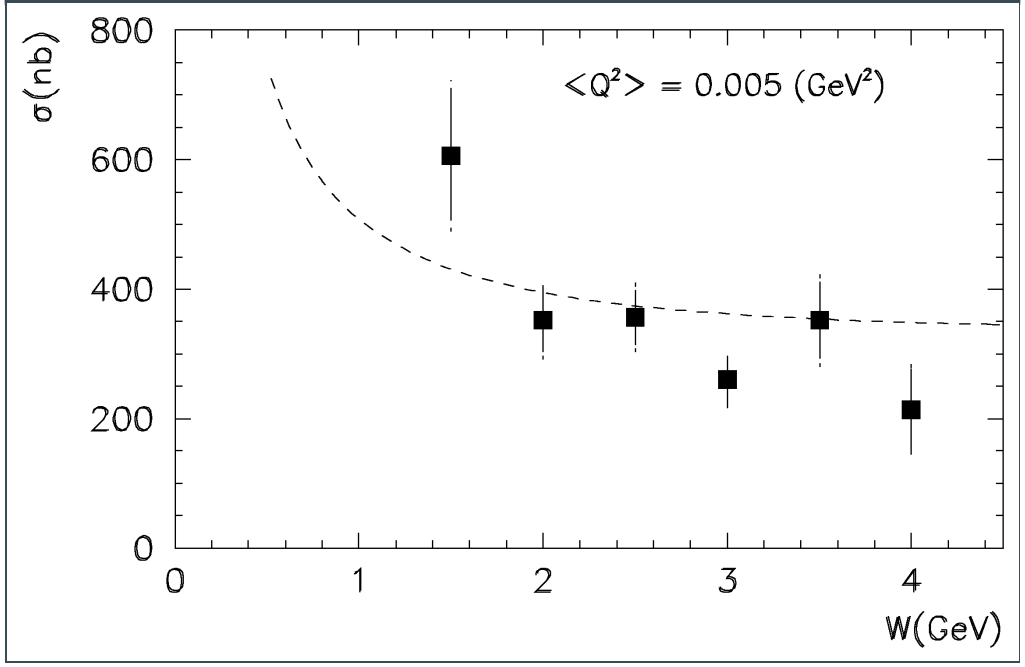
- Завершено выполнение физической программы при $2E < 4$ ГэВ
- Начат набор статистики при $2E = 4.5 \div 10$ ГэВ
- Для выполнения физической программы на этой энергии требуется кратно повысить надежность работы комплекса ВЭПП–4М и набрать $\int L dt \simeq 150 - 200$ пб$^{-1}$.

Команда установки детектор "КЕДР" - январь 2014 (фото А.А. Осипова)

TPC/2G



МД–1



! Для стыковки с данными других экспериментов необходимо измерение сечения $\gamma\gamma \to$ ***hadrons*** до $\boldsymbol{W_{\gamma\gamma} = 4}$ ГэВ