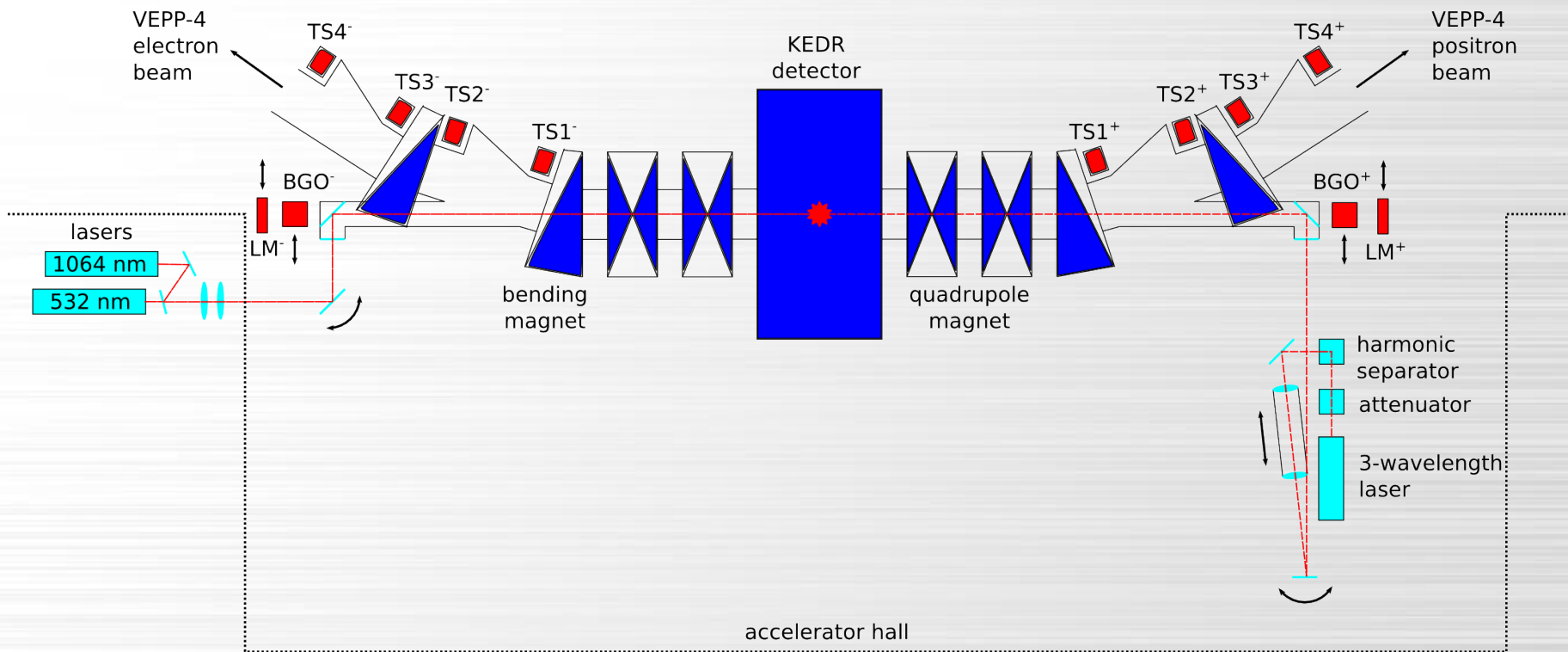


Калибровка системы регистрации рассеянных электронов детектора КЕДР

Вячеслав Каминский
(Сектор 1-31)

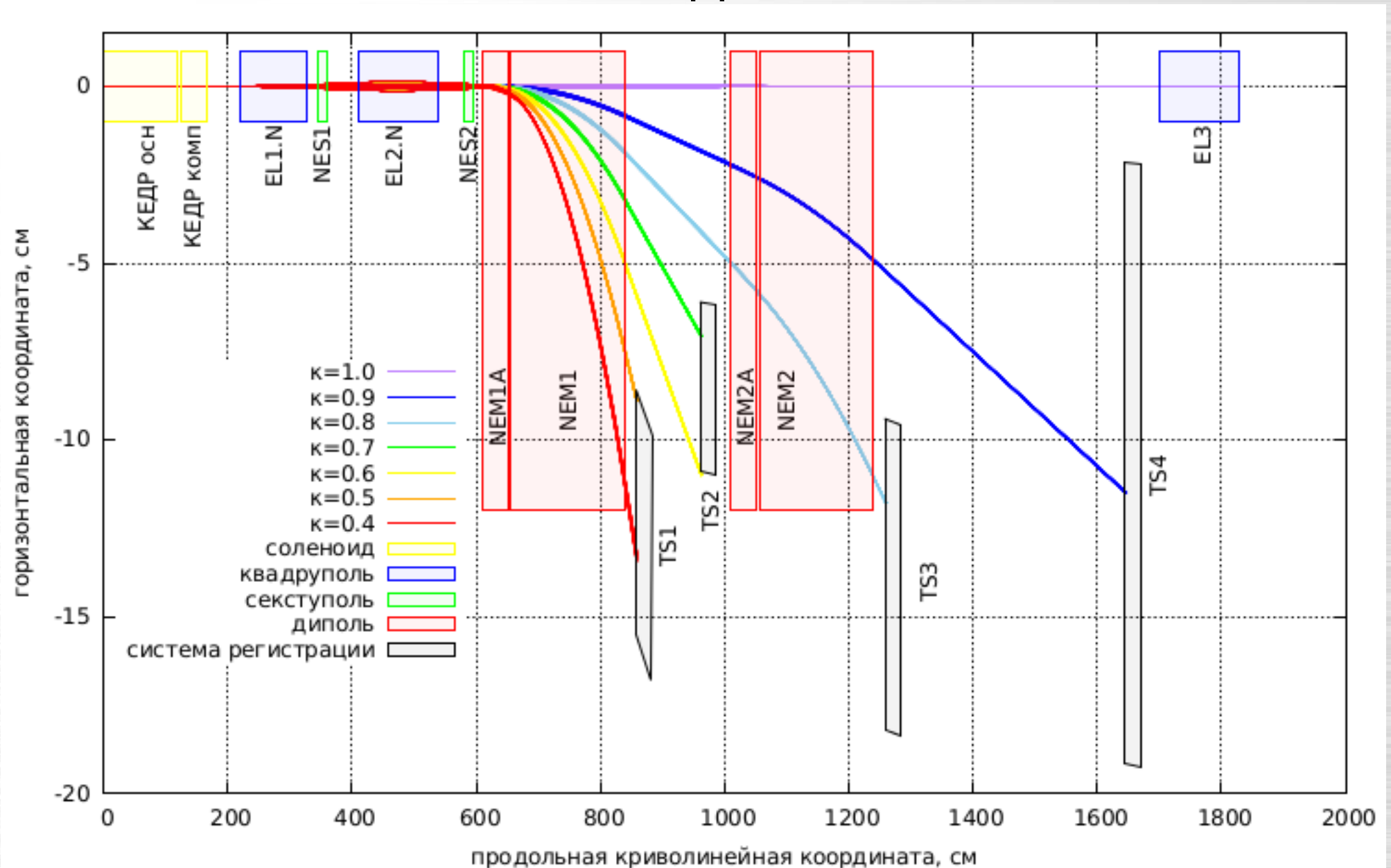
Совещание по перспективам экспериментов на ВЭПП-4М,
20-21 мая 2015 г.

Система регистрации рассеянных электронов детектора КЕДР

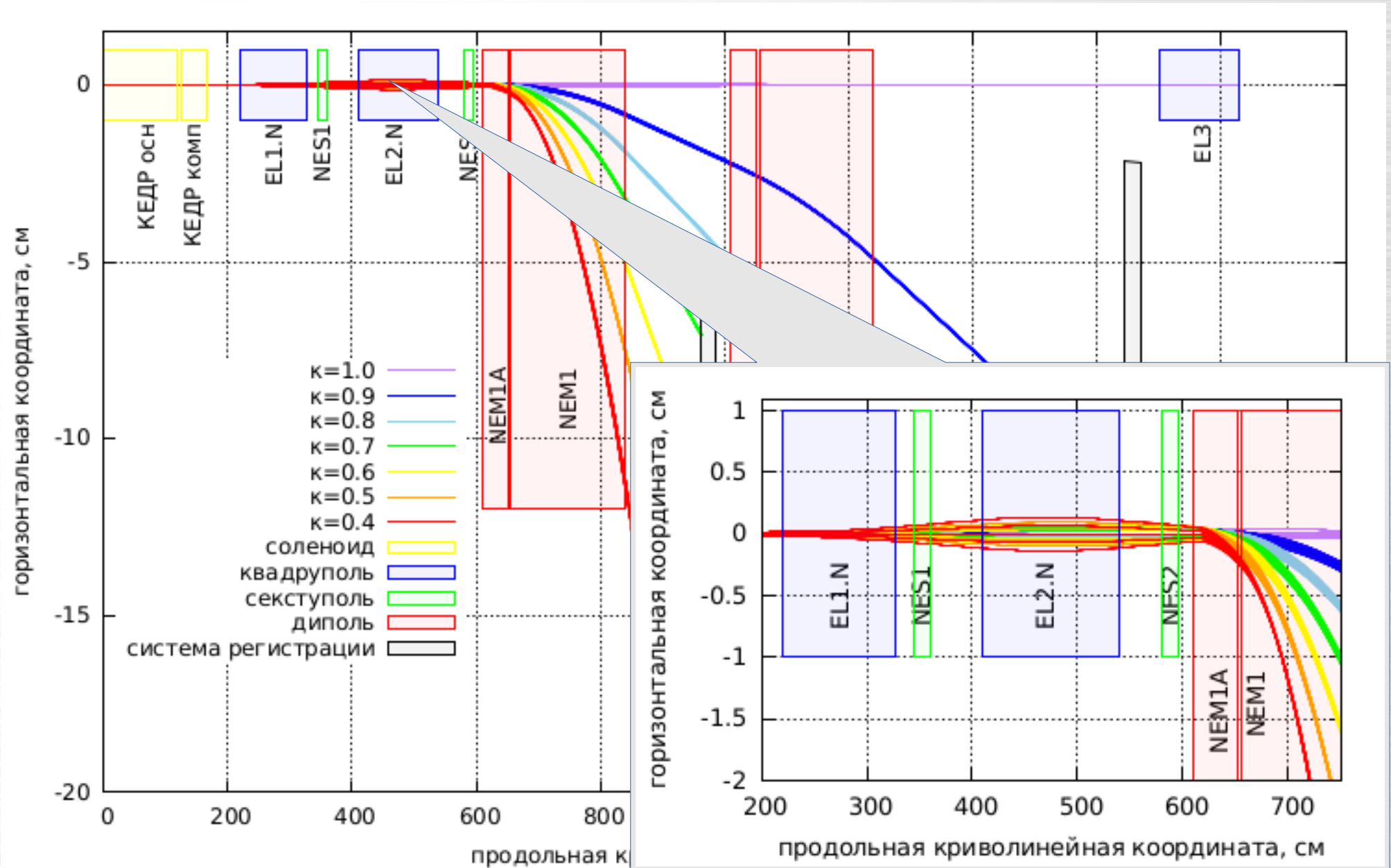


- Большинство рассеянных частиц летят вместе с основным пучком и отделяются от него в поворотных магнитах.
- 4 диполя + 4 квадруполь (+ 4 секступоль + 3 соленида) образуют симметричный фокусирующий магнитный спектрометр.
- Рассеянные электроны/позитроны регистрируются 8 блоками: 2-х-координатный GEM детектор + годоскоп на дрейфовых трубочках. Фотоны из места встречи регистрируются калориметрами из BGO.

Система регистрации рассеянных электронов детектора КЕДР



Система регистрации рассеянных электронов детектора КЕДР



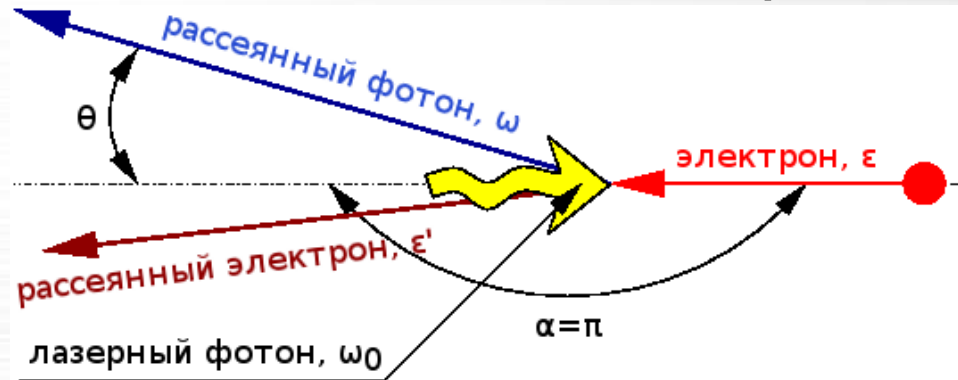
Система регистрации рассеянных электронов детектора КЕДР

- Диапазон энергий: 45% ... 98% энергии пучка
- Эффективность регистрации: до 30% (электрон и позитрон)
до 70% (одна частица)
- Разрешение по энергии РЭ: $<0,1\%$ энергии пучка
- Разрешение по массе $\gamma\gamma$ -системы: 5 ... 20 МэВ (не хуже, чем в центральной части детектора)

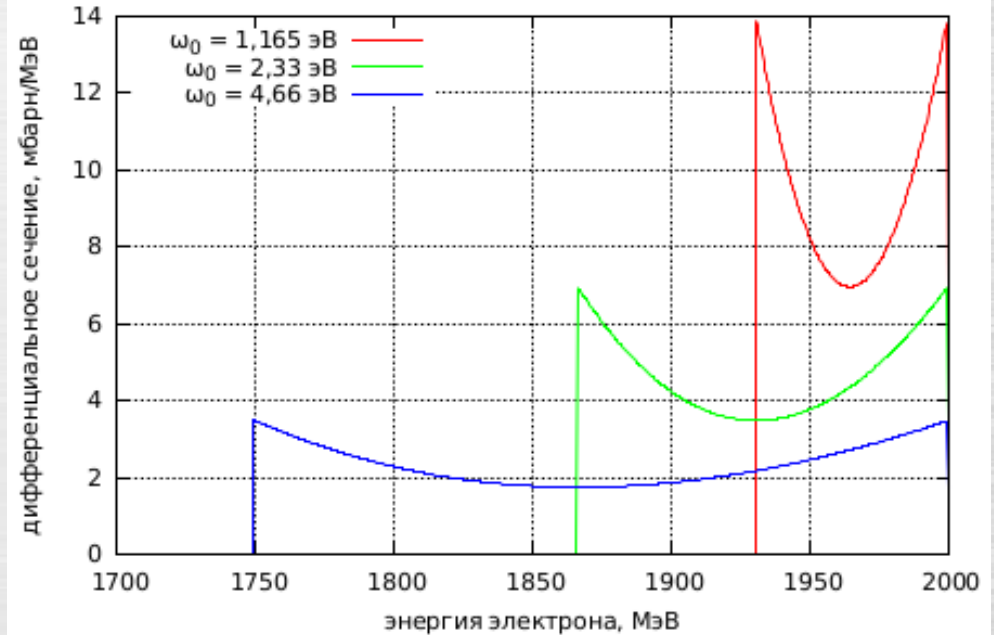
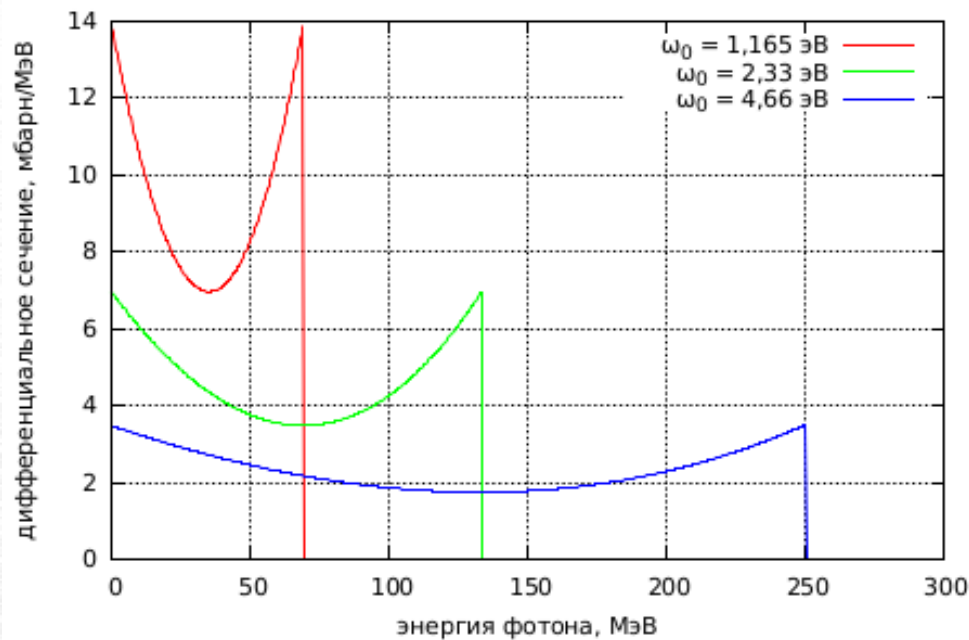
	Энергии, %	Энергия фокусировки, %	Разрешение для 90% РЭ, %	Разрешение для 90% $\gamma\gamma$, %
TS1	39 ... 59	59	0,996	1,29
TS2	60 ... 72	66	0,245	0,64
TS3	73 ... 85	79	0,141	0,67
TS4	87 ... 98	89	0,114	0,81

- Необходима энергетическая калибровка! (лучше, чем $0,1\%$ энергии пучка)

Обратное комптоновское рассеяние



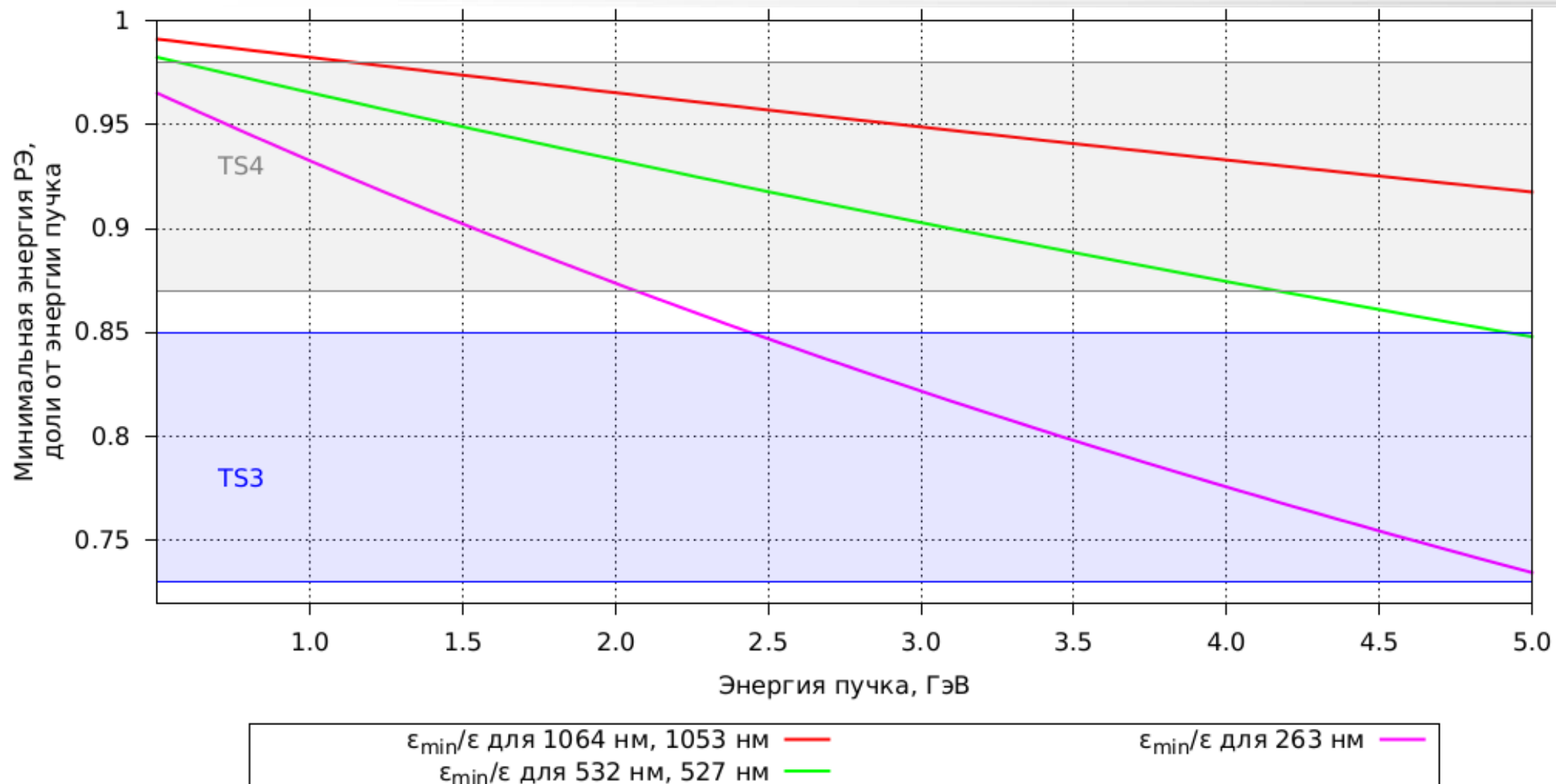
- Энергия рассеянных частиц жёстко связана с углом рассеяния θ. При нулевом угле энергия фотона максимальна, а электрона – минимальна.



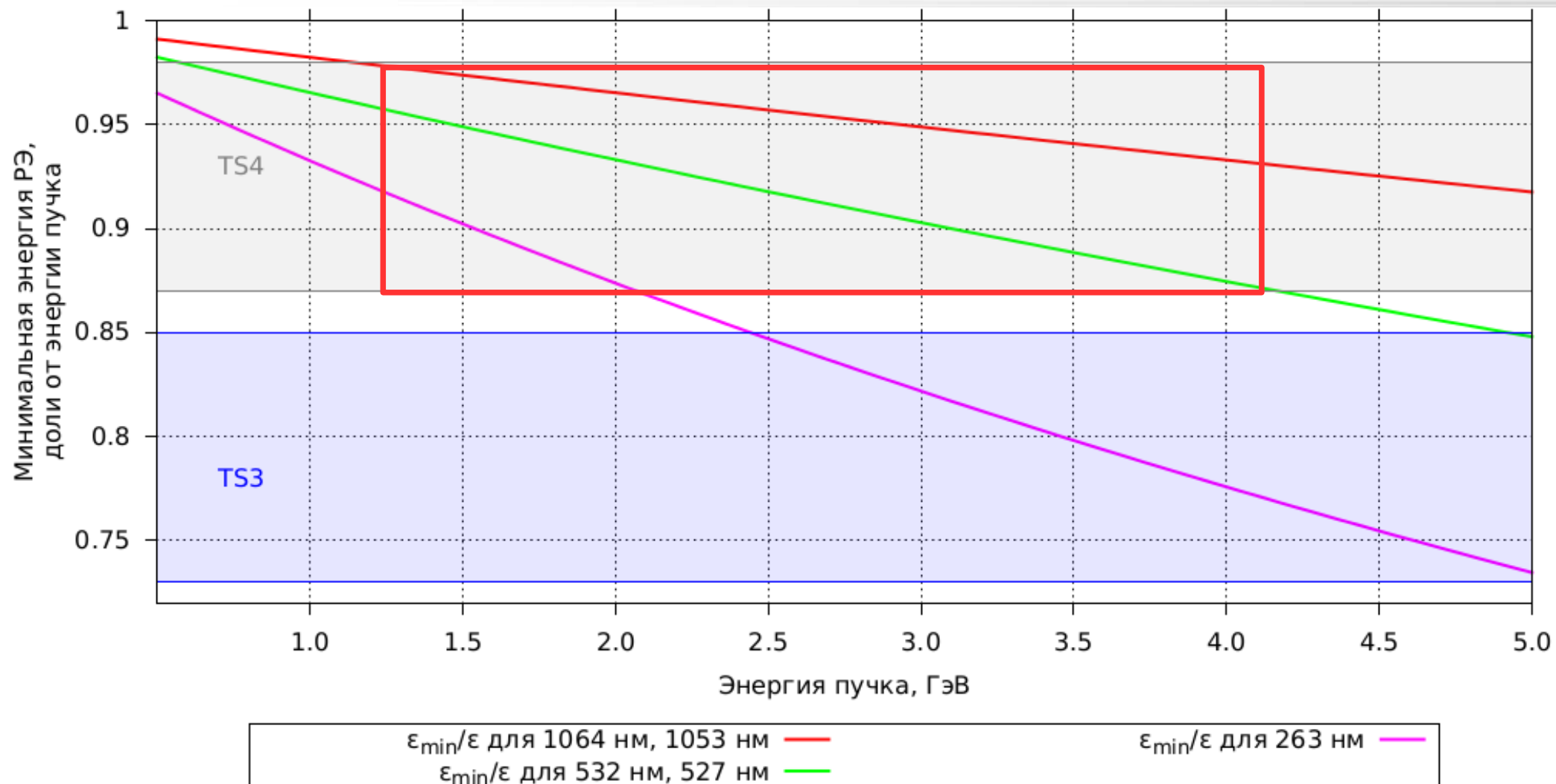
$$\omega_{max} = \frac{\epsilon \lambda}{1 + \lambda} \approx 4 \gamma^2 \omega_0,$$

$$\epsilon_{min} = \frac{\epsilon}{1 + \lambda}, \quad \lambda = \frac{4 \omega_0 \epsilon}{m^2}$$

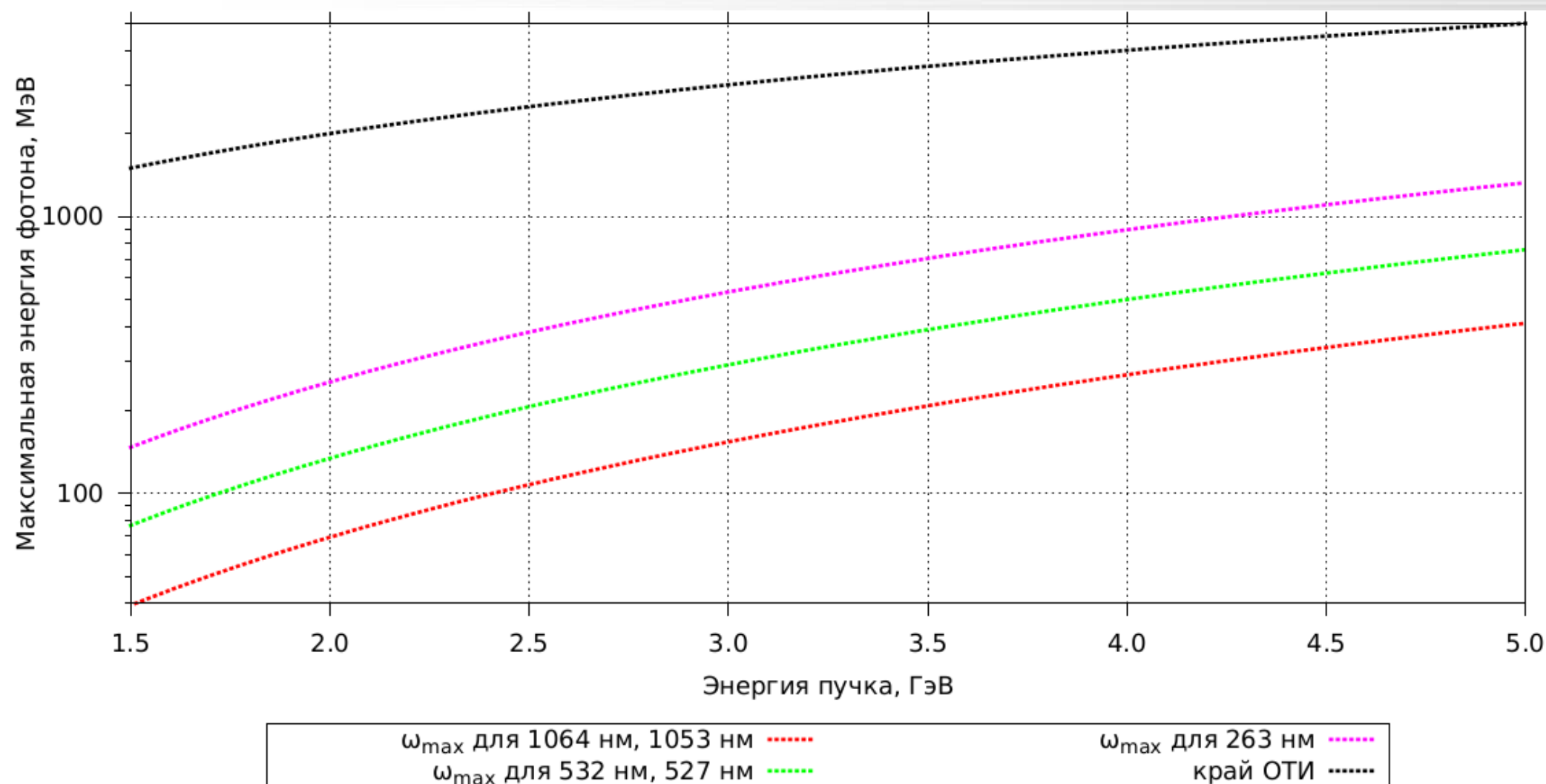
Возможности для калибровки СРРЭ. Координатные блоки



Возможности для калибровки СРРЭ. Координатные блоки



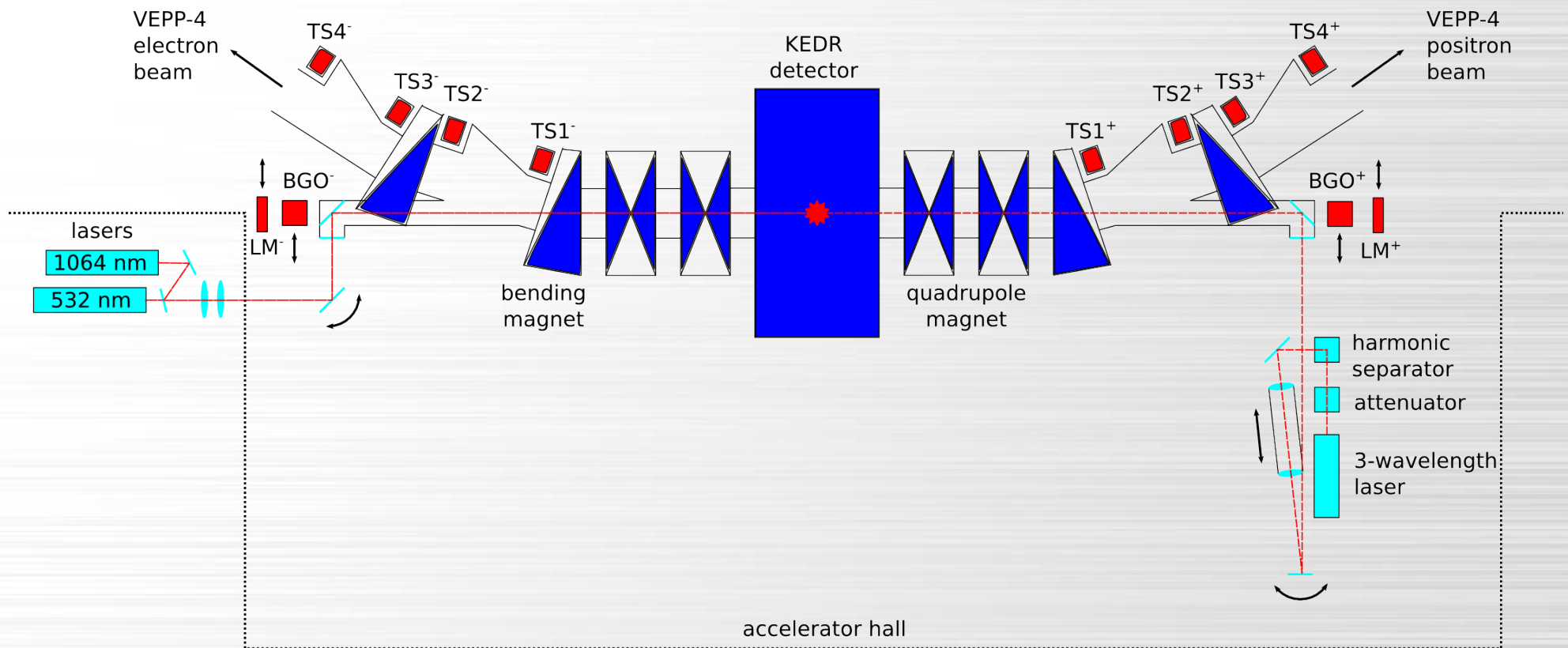
Возможности для калибровки СРРЭ. BGO-калориметр



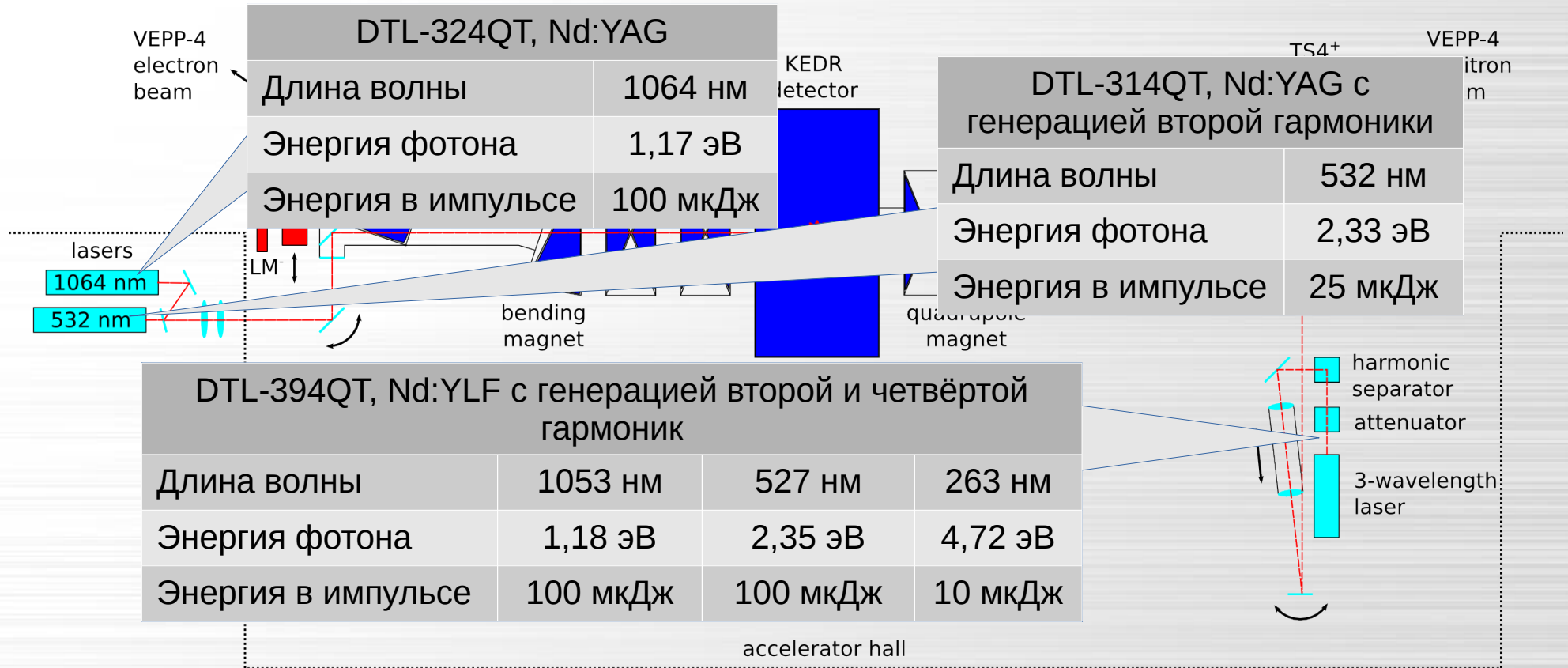
Процедура калибровки СРРЭ

- TS4 калибруются непосредственно по минимальной энергии (краю спектра) комптоновских электронов/позитронов.
- BGO калориметры (e^- , e^+) калибруется по краям спектра рассеянных фотонов от обратного комптоновского рассеяния и однократного тормозного излучения (ОТИ).
- Остальные подсистемы калибруются по меченым электронам/позитронам от ОТИ с помощью калориметров.
- Калибровка СРРЭ между заходами с ОКР интерполируется с использованием полей магнитной системы, показаний пикапов...
- В первом приближении $X(\varepsilon) = \frac{B}{\varepsilon} + A$

Лазеры

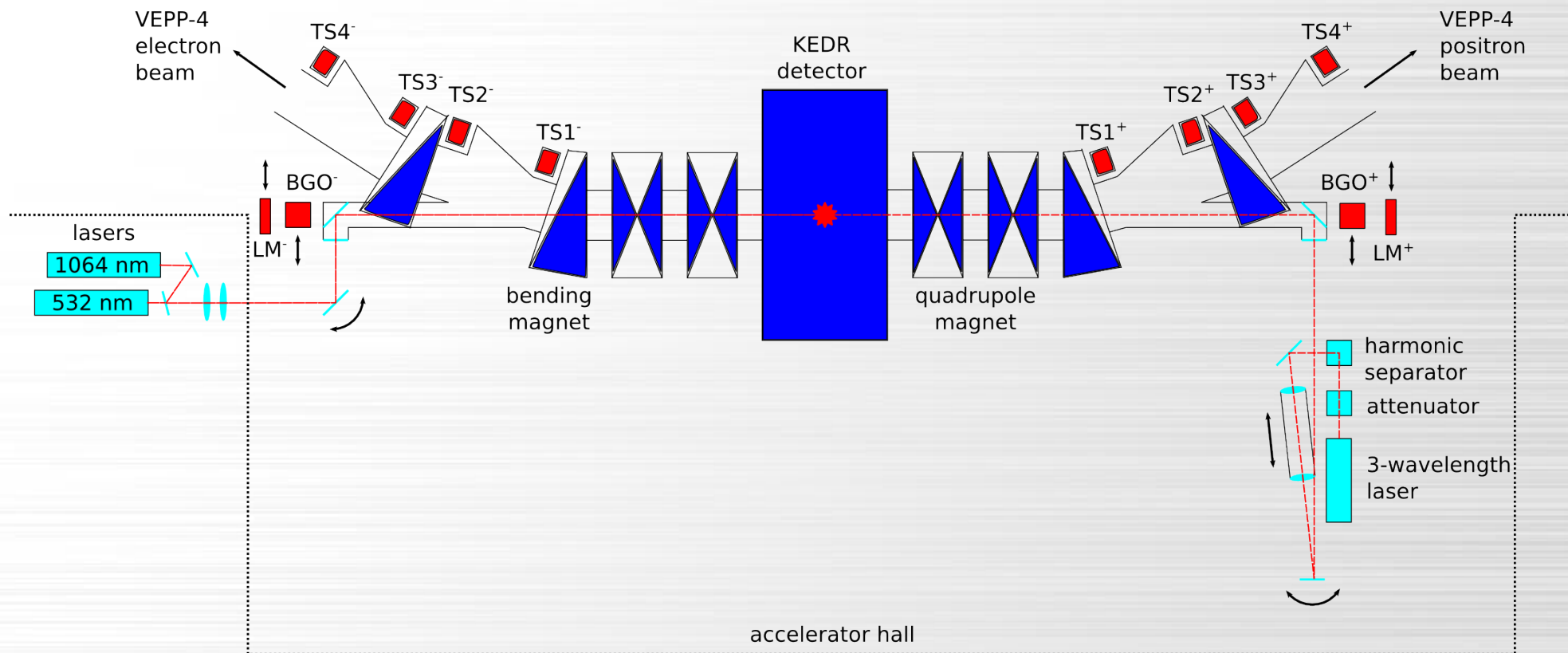


Лазеры

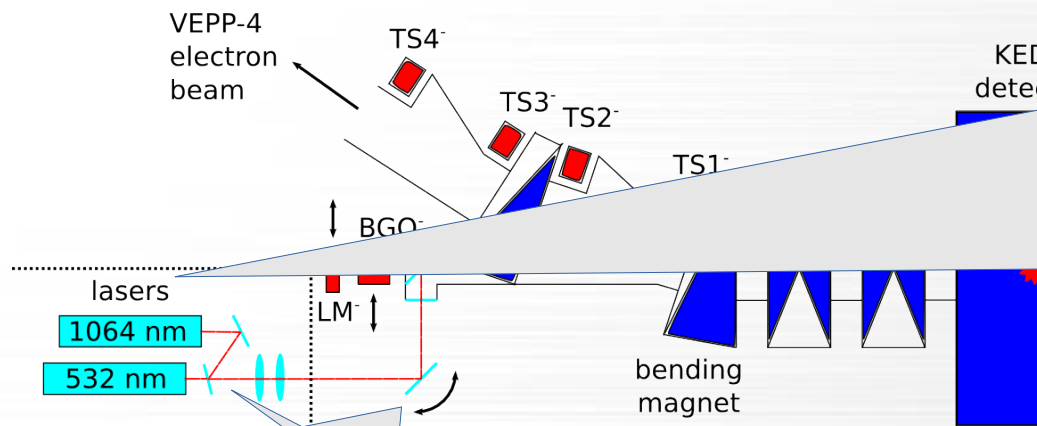


Длительность импульса	<10 нс
Длина области электрон-фотонного взаимодействия	<2 м
Лазеры с модуляцией добротности, оптимальная частота внешнего запуска 1...3 кГц (параметры указаны при 1 кГц)	

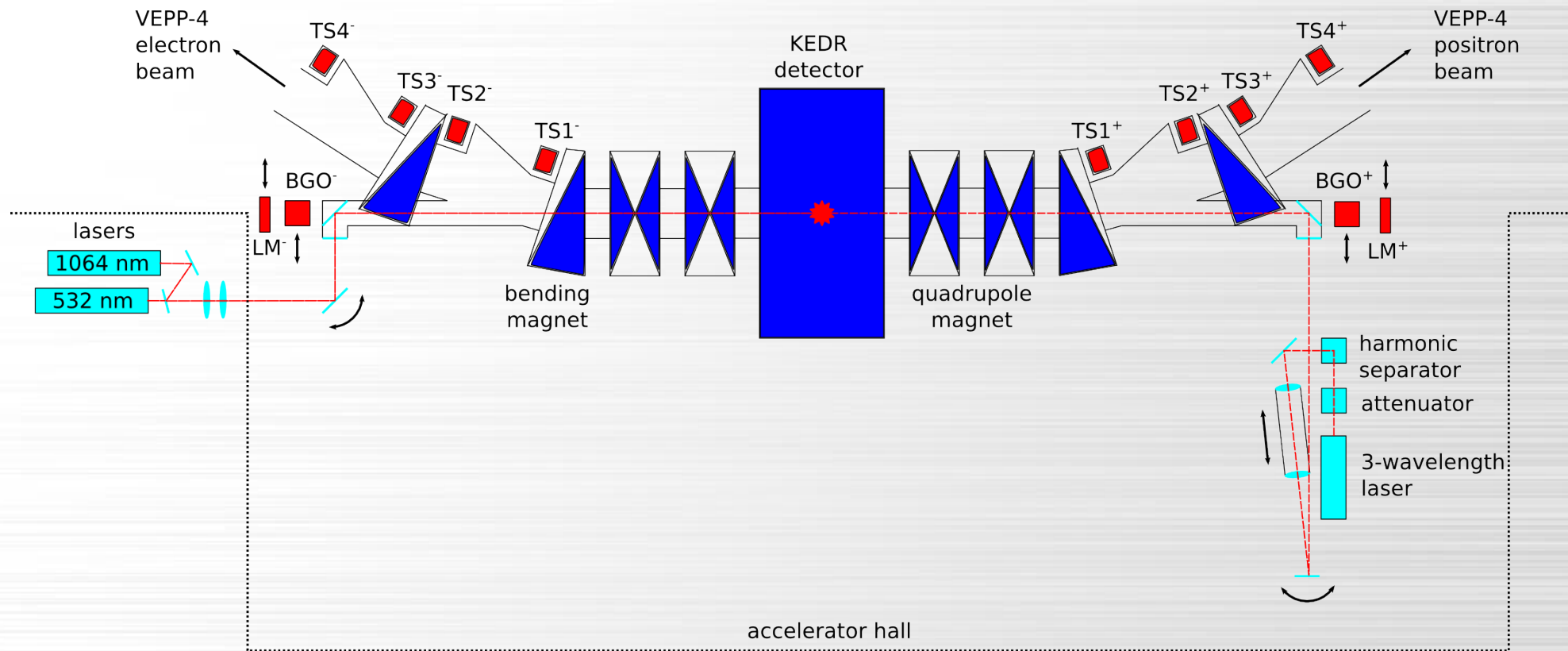
Оптическая система. Сторона электронов



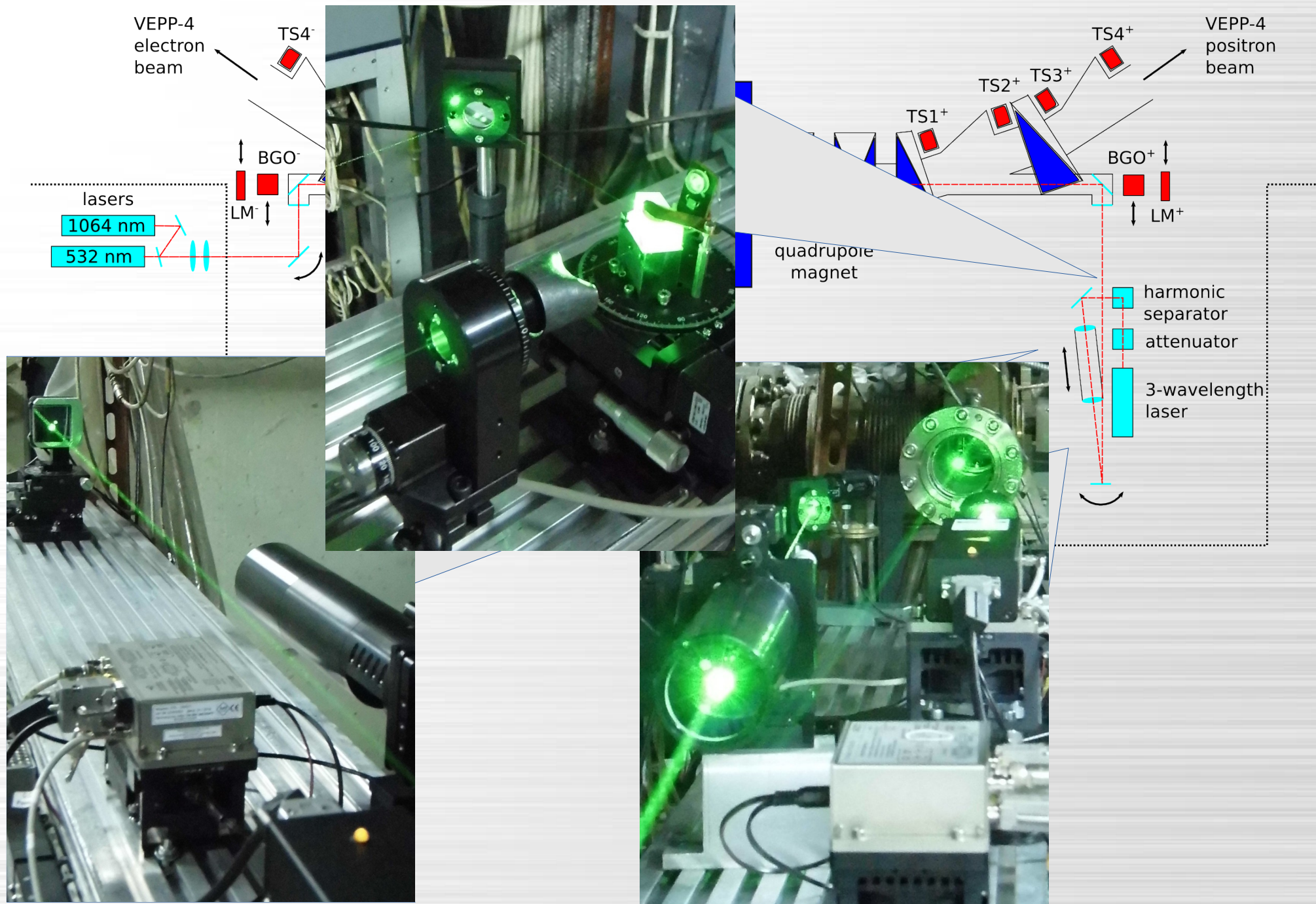
Оптическая система. Сторона электронов



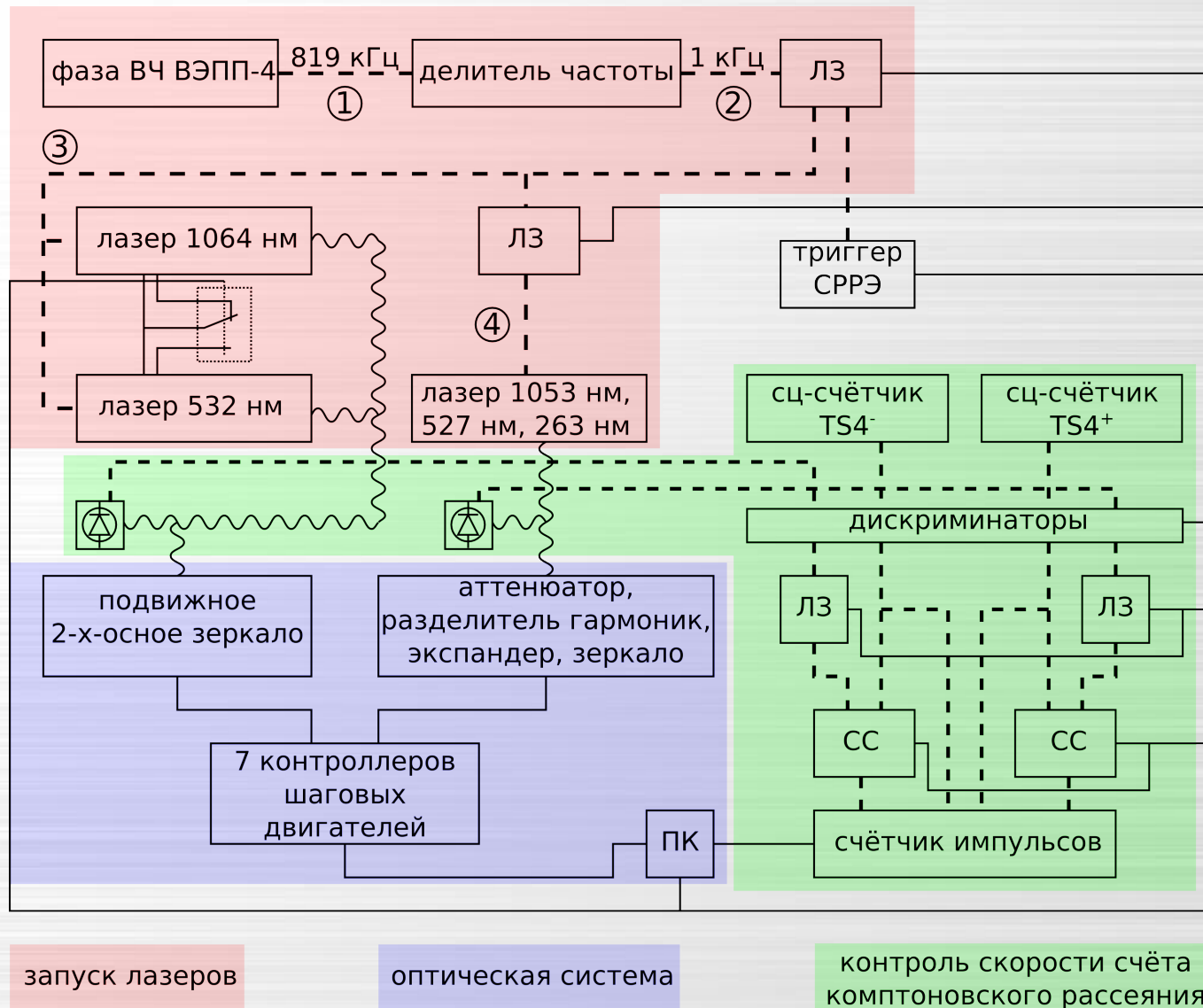
Оптическая система. Сторона позитронов



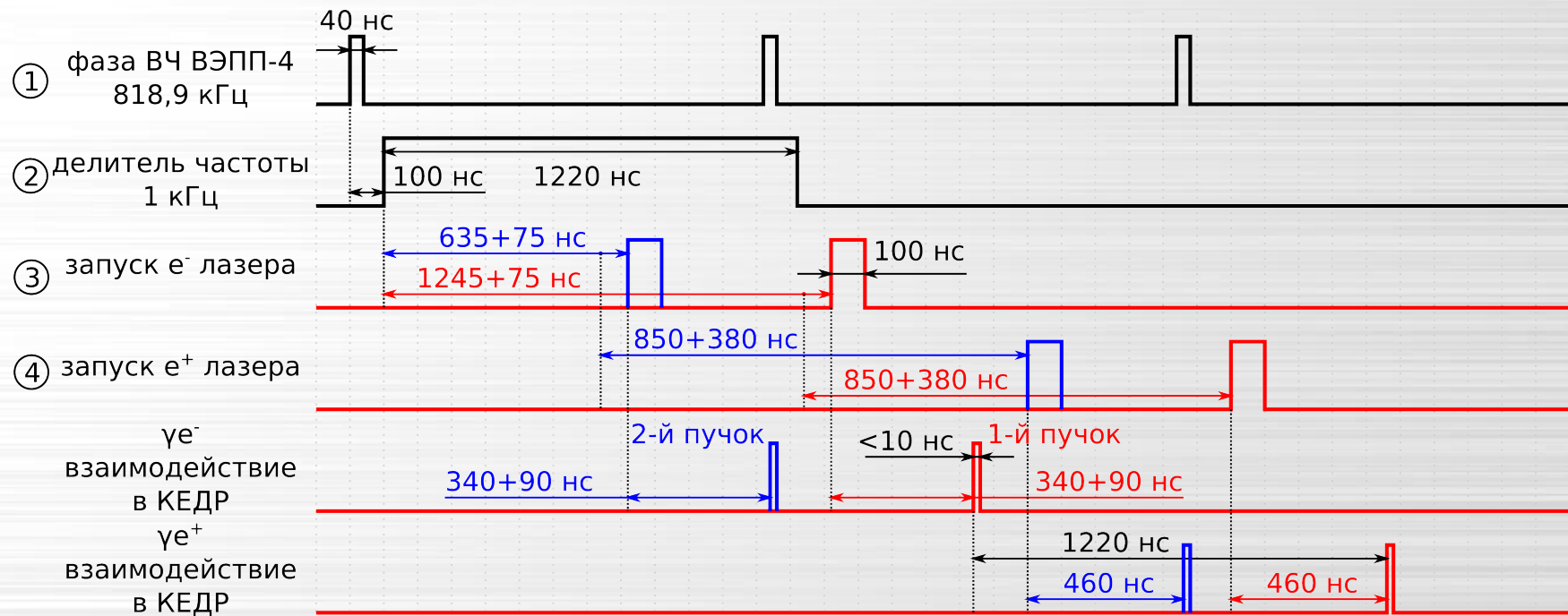
Оптическая система. Сторона позитронов



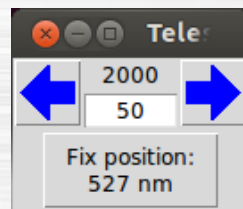
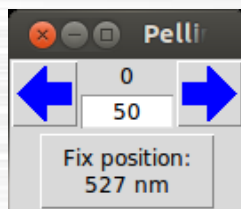
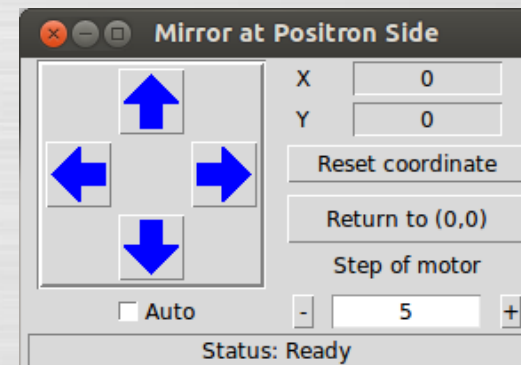
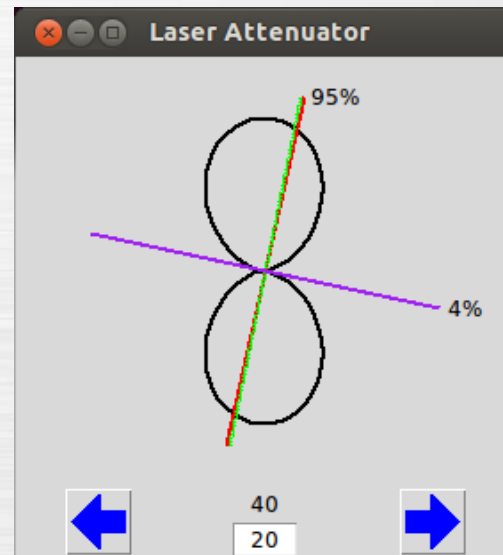
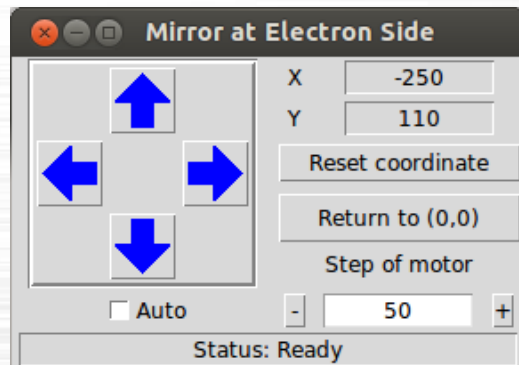
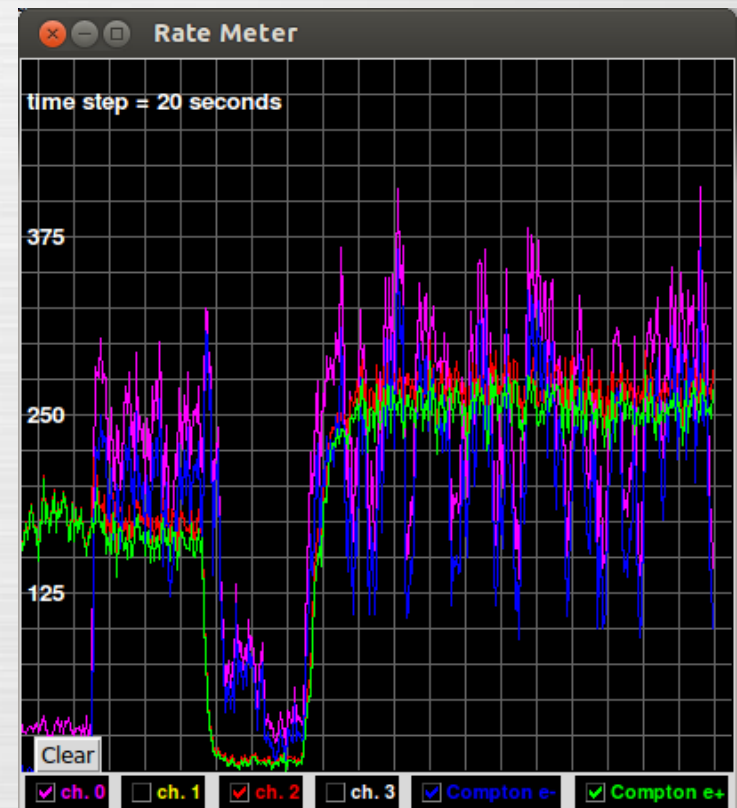
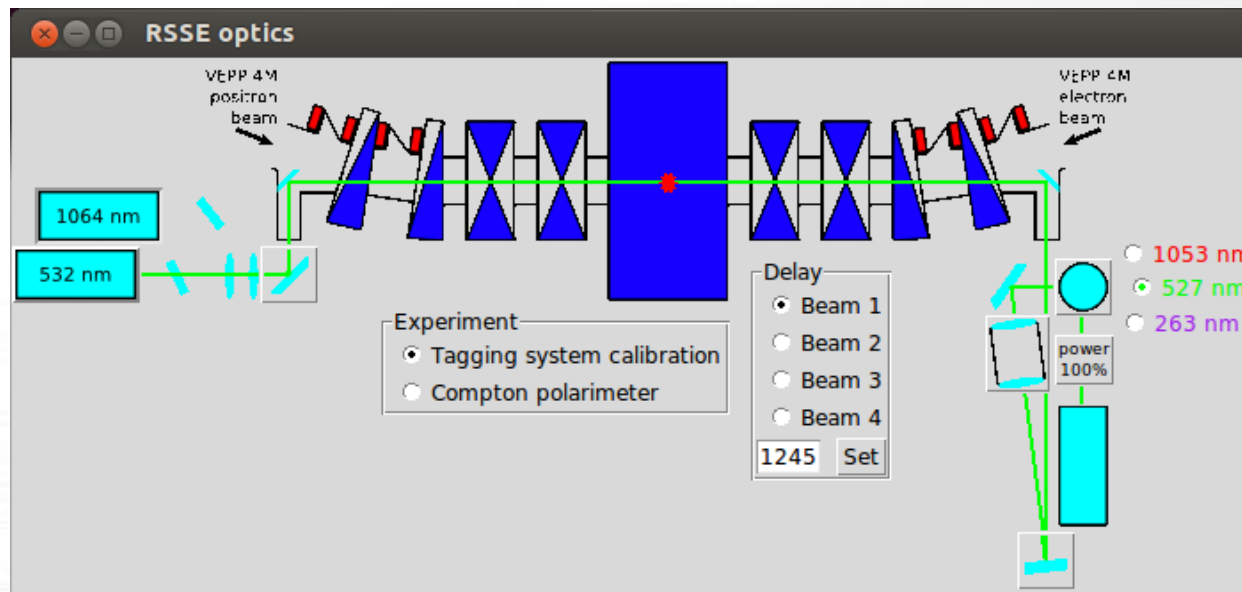
Управление



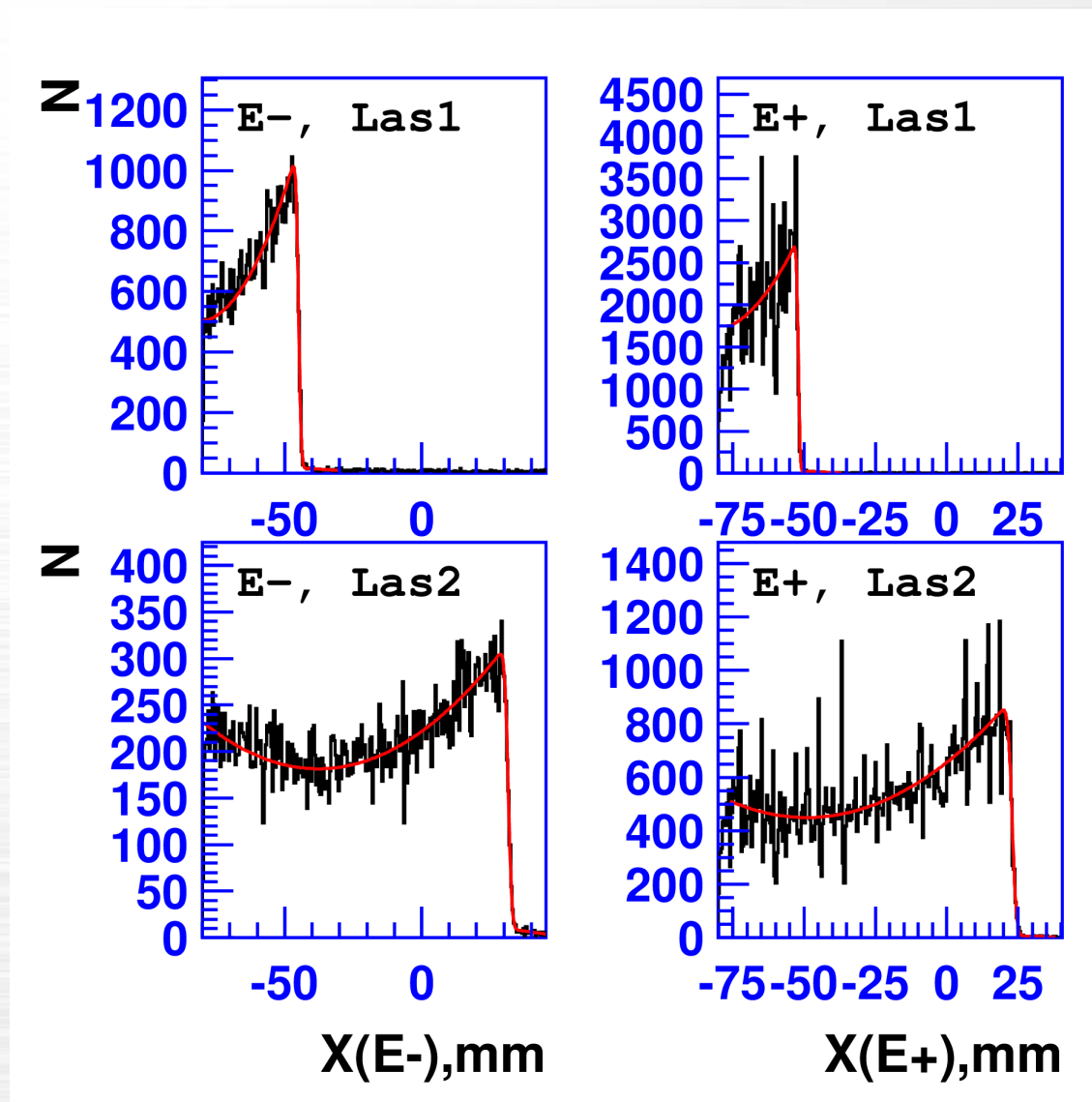
Управление



Управление

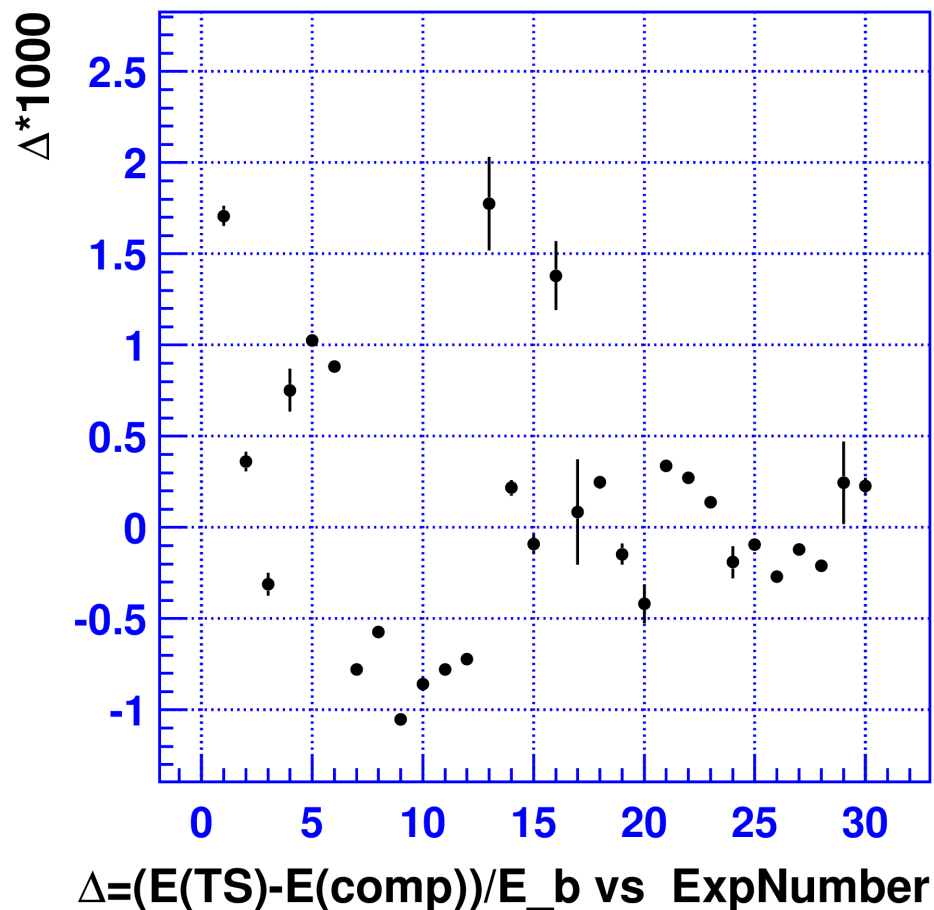


Координатные спектры комптоновских электронов/позитронов (2014-2015гг)

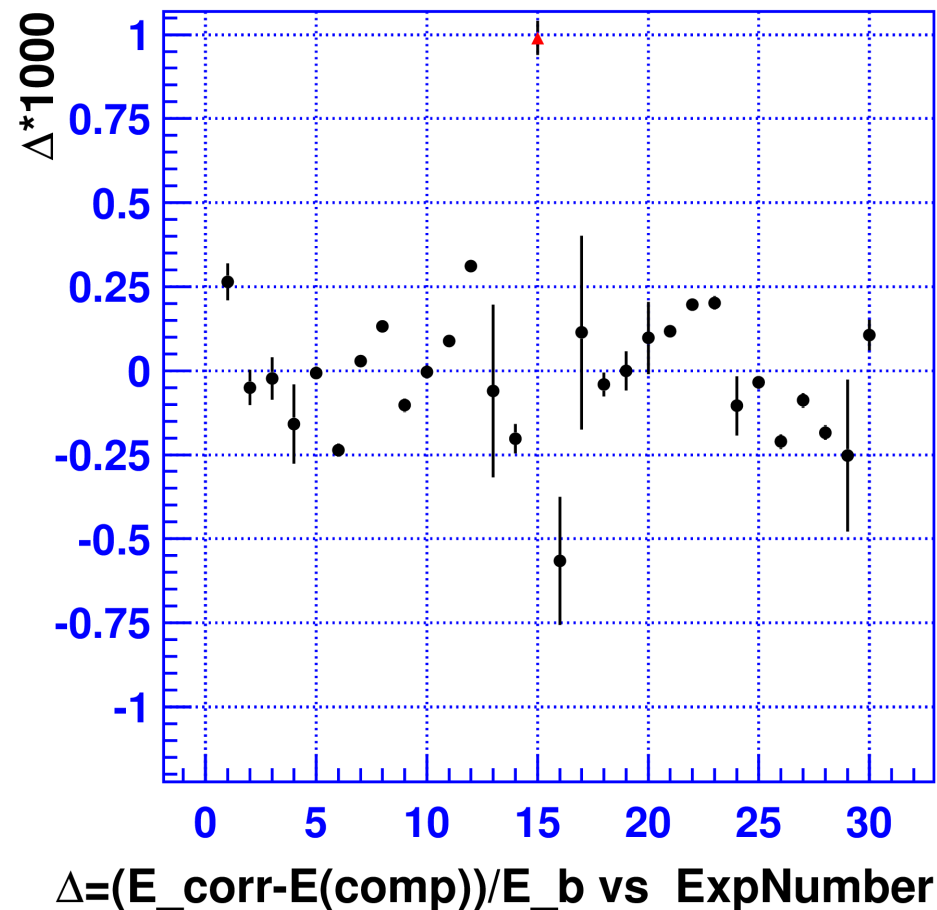


$E_{\text{beam}} = 4 \text{ ГэВ},$ Las1 : 1064 нм, 1053 нм; Las2 : 532 нм, 527 нм

Интерполяция калибровки TS4[±]

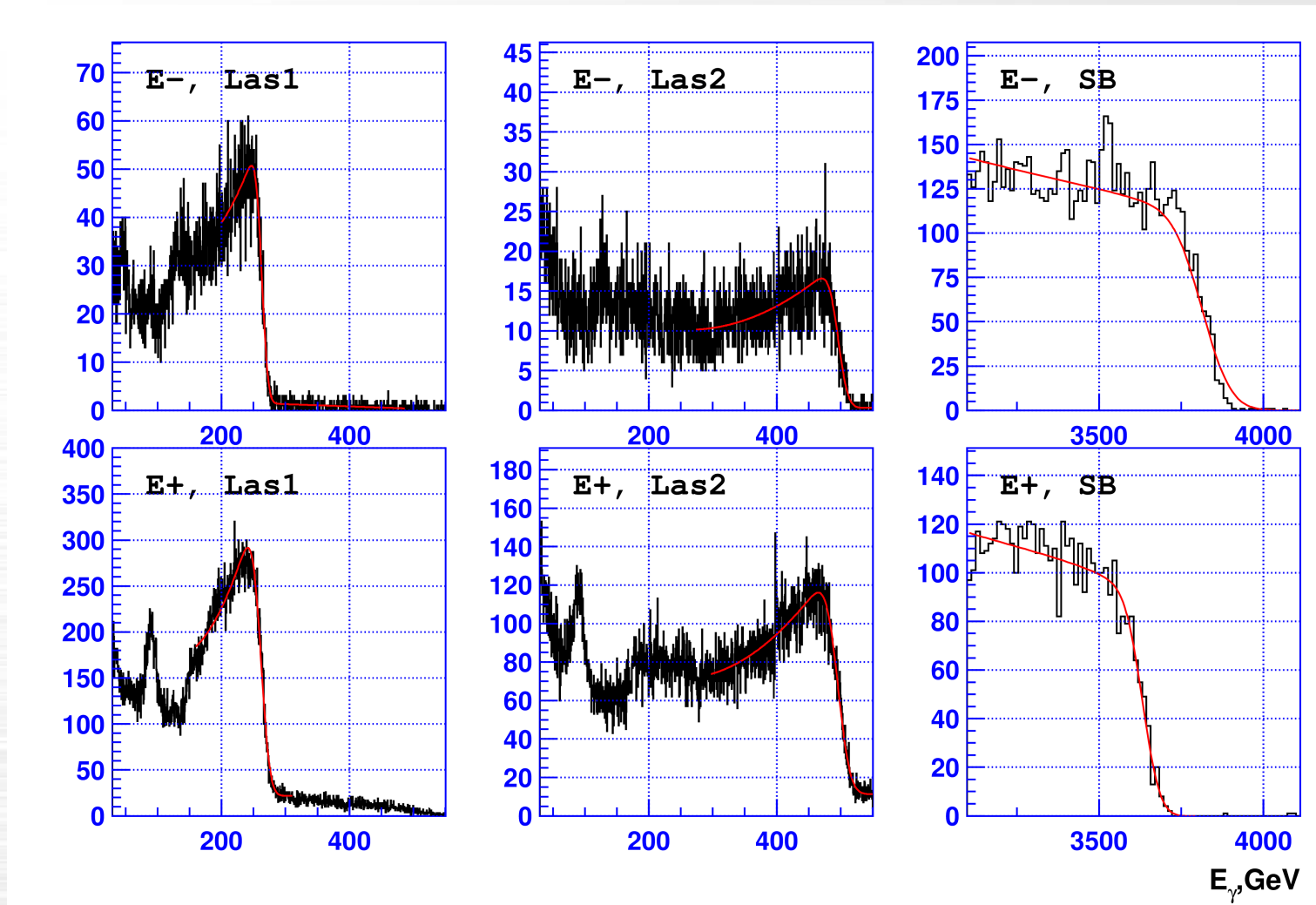


Без коррекции. Разброс $2 \cdot 10^{-3}$ от энергии пучка.



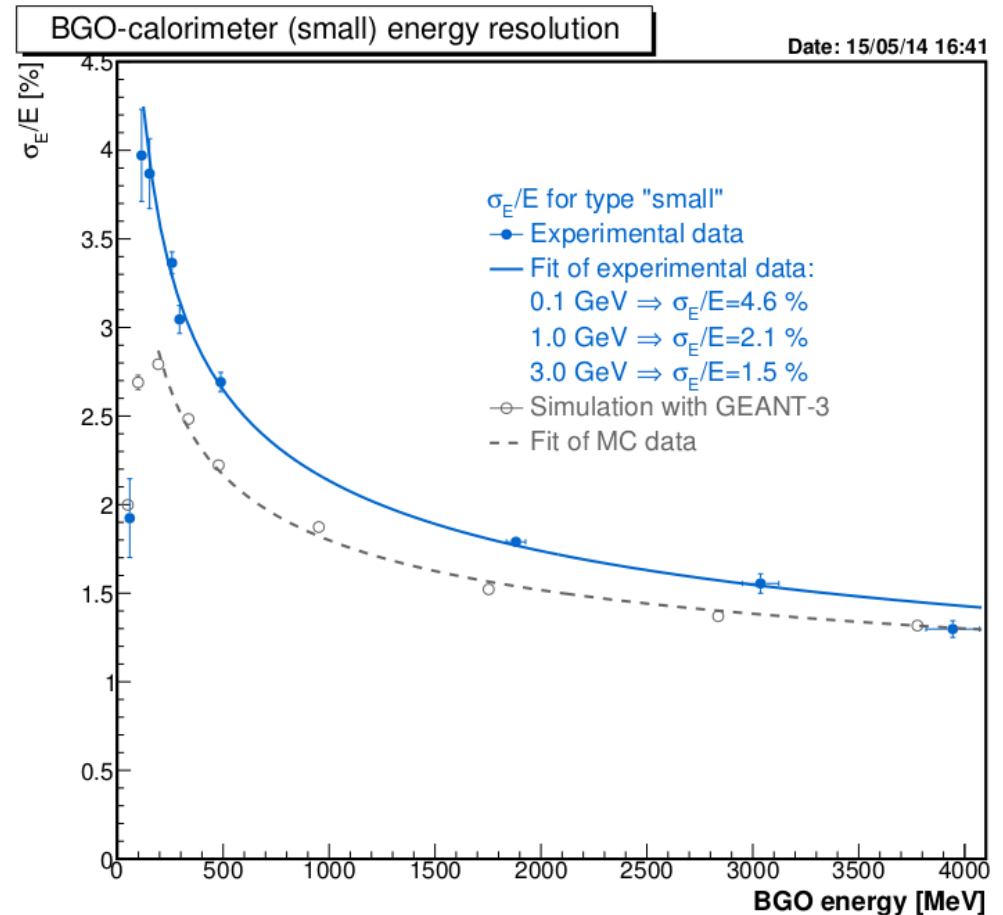
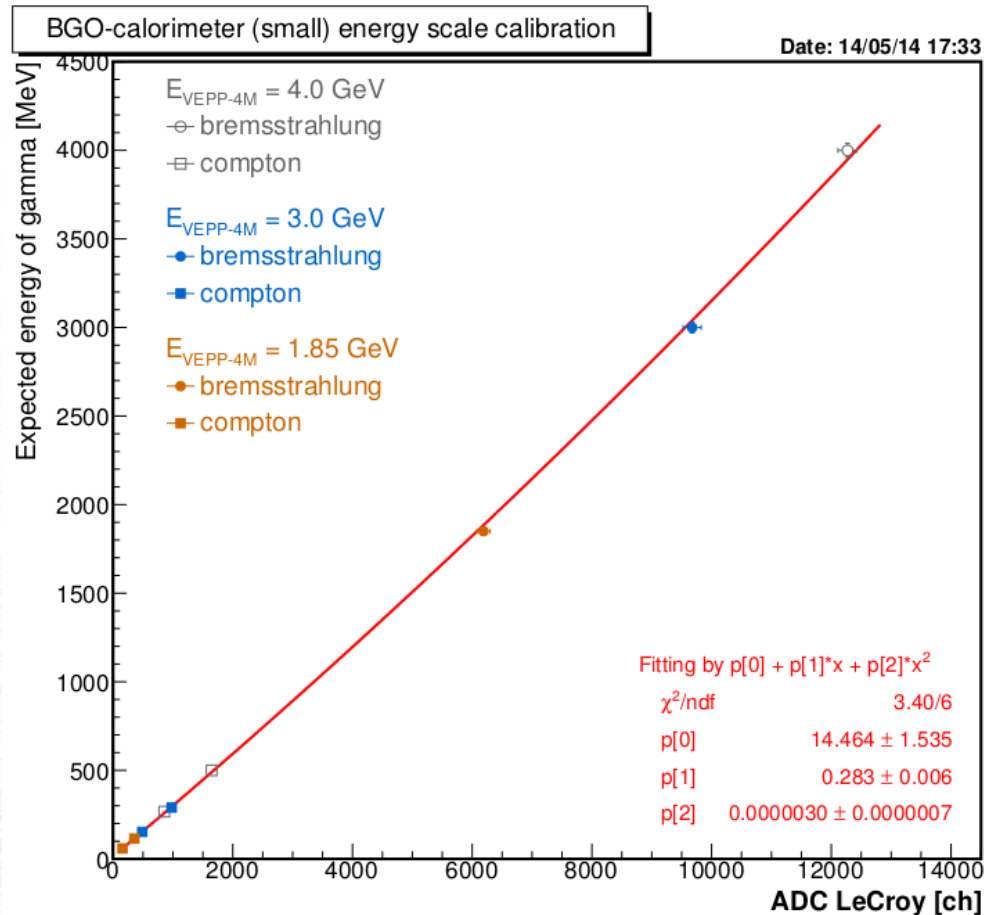
С учётом полей магнитных элементов, измерений орбиты, по модели. Разброс $0.2 \cdot 10^{-3}$ от энергии пучка.

Спектры комптоновских и тормозных фотонов в BGO калориметрах (2014-2015)



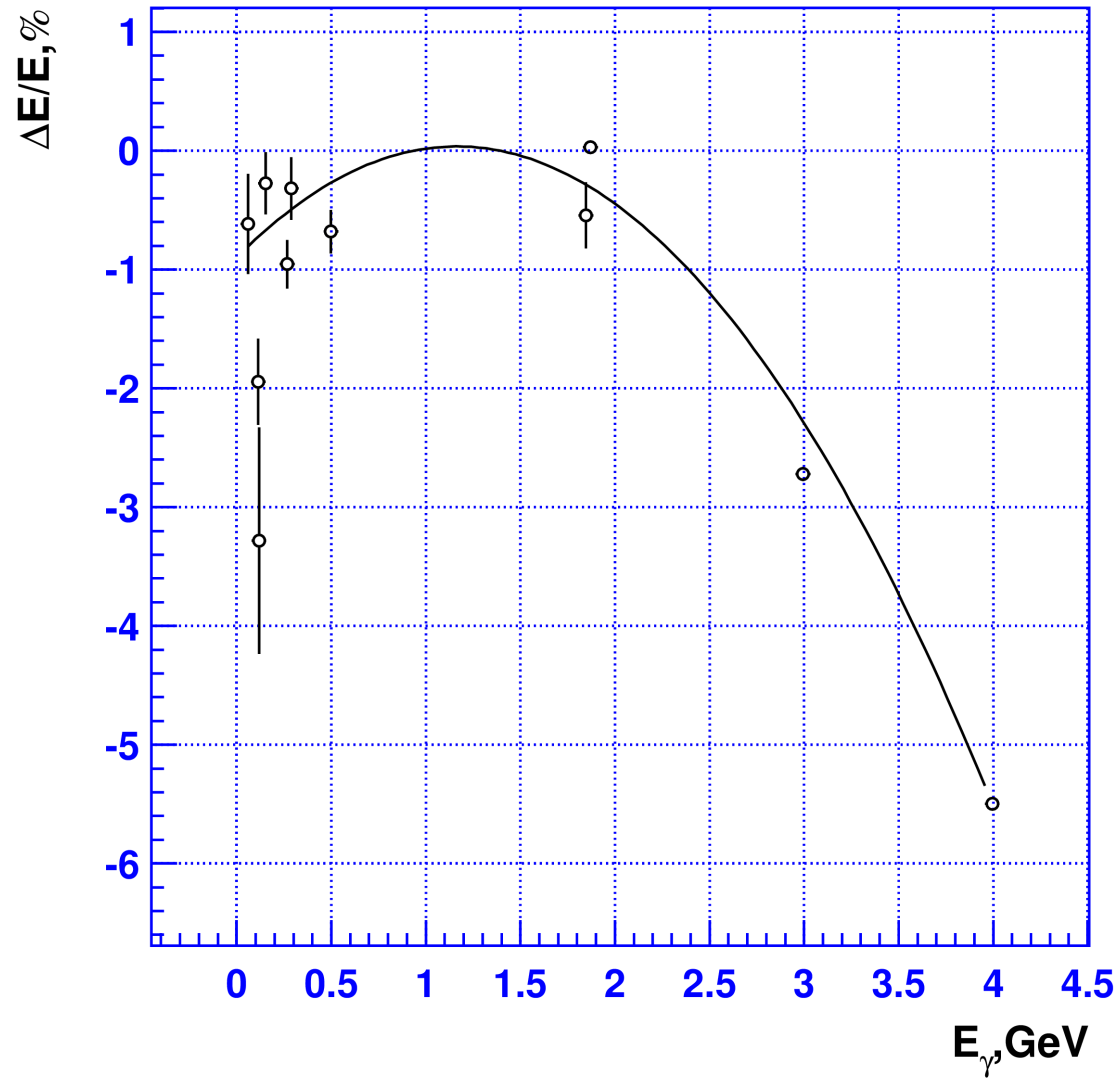
$E_{\text{beam}} = 4 \text{ ГэВ}$, Las1 : 1064 нм, 1053 нм; Las2 : 532 нм, 527 нм

Энергетическая калибровка и разрешение BGO-калориметра (e^-)



НО измерения проведены с электроникой эксперимента на выведенном пучке!

Нелинейность BGO калориметра



Состояние

- Работают BGO калориметры для электронной и позитронной стороны.
- С 2014 года в полном объёме непрерывно и автономно работает лазерная система для комптоновской калибровки СРРЭ (2 длины волны, электроны и позитроны)
- Есть (предварительная) процедура интерполяции калибровки координатных блоков с точностью около $2 \cdot 10^{-4}$ энергии пучка.
- Есть достаточно большое количество комптоновских спектров, на которых можно отлаживать процедуру калибровки.
- Есть возможность сделать более точную калибровку СРРЭ для старой статистики с двухфотонными событиями.

Планы

- Нужно некоторое время (несколько смен) с пучком высокой энергии (несколько точек) для калибровок BGO калориметров (линейность, разрешение), выставки оптимальной для работы СРРЭ орбиты и мер по её стабилизации.
- Довести точность интерполяции калибровки координатных блоков TS4 до проектной, около 10^{-4} энергии пучка. Сделать процедуру калибровки и её интерполяции для блоков TS1, TS3, TS3.
- Приобрести моторизированный экспандер лазерного излучения для 3 длин волн, тогда можно задействовать лазерное излучение 263 нм для калибровки позитронной стороны. (в процессе)
- Перестроить оптическую систему электронной стороны с более мощным лазером 527 нм для работы лазерного поляриметра, эксперимента «Пульсар» и калибровки СРРЭ. Нужен аттенюатор лазерного излучения. (в процессе)

Спасибо за внимание!