

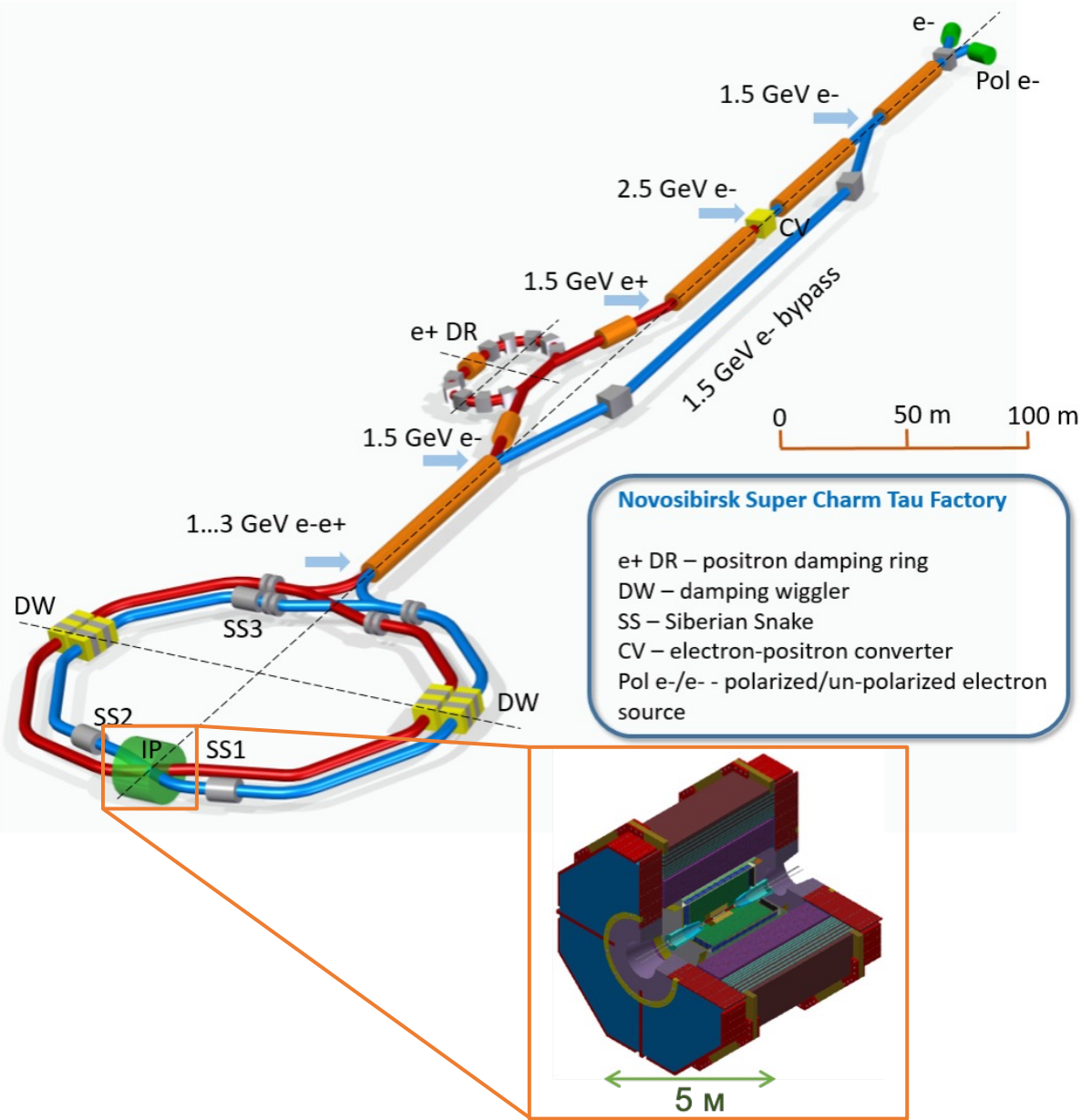


Супер σ -фабрика

А.Ю. Барняков и др.

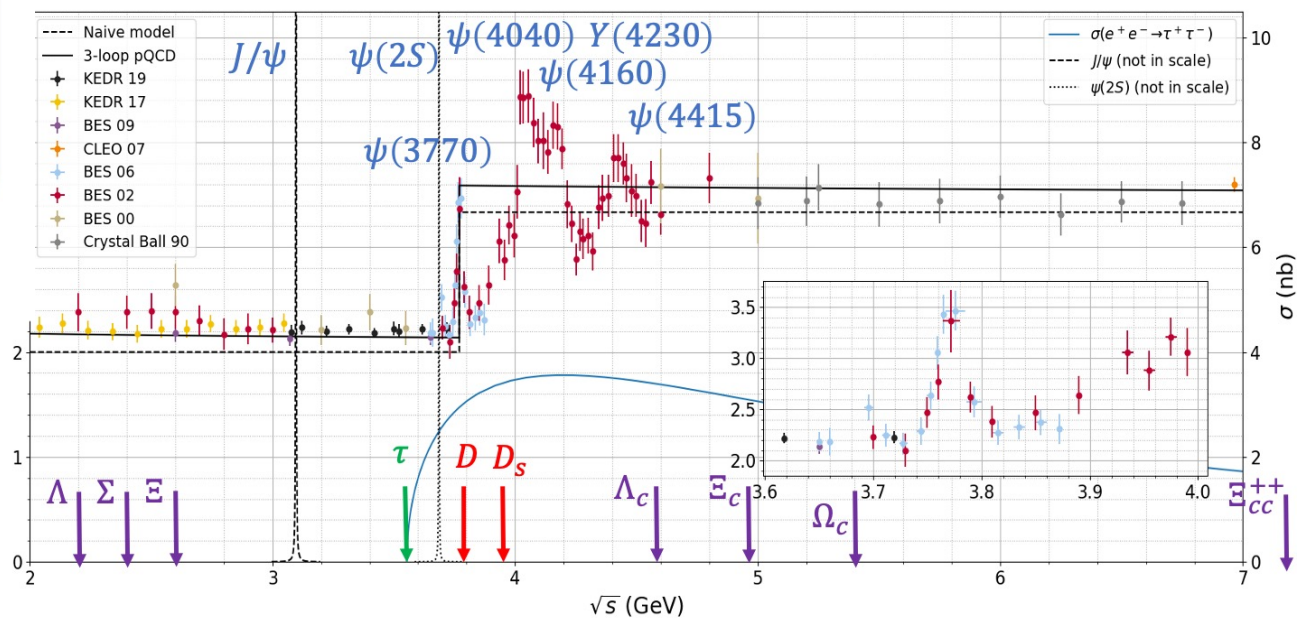
Научная сессия ИЯФ СО РАН, г. Новосибирск, 2-3 Марта 2023

Концептуальный проект СЦТФ



Ключевые (целевые) характеристики:

- Симметричный e^+e^- – коллайдер 4-го поколения (CW);
- Энергия эксперимента $2E = 3 \div 7$ ГэВ/c;
- Светимость $L \sim 10^{35} \text{ 1}/(\text{см}^2 \cdot \text{с})$;
- Продольная поляризация e^- ($\sim 80\%$) в месте встречи;
- Универсальный детектор с высоким разрешением, эффективностью и симметричностью.



Основные вехи 2021 – 2022 (или «в предыдущих сериях!»)

• 2021:

- ✓ Проект переехал в г. Саров (рассматривается как часть развития НЦФМ)
 - РФЯЦ ВНИИЭФ, ГК РОССАТОМ – занимается продвижением проекта в гос.структурах
 - ИЯФ СО РАН – выступает в роли научного руководителя и организатора проекта
 - Размещение комплекса предполагается на открытой площадке ГК РОССАТОМ в Нижегородской обл. (вблизи г. Саров)
- Проведено международное рабочее совещание (в смешанном формате) по проектам будущих Супер ст – фабрик (Российской и Китайской)
 - 157 участников из 10 стран (Россия, Китай, Италия, Германия, Япония, Польша, Швеция, Англия, Грузия, Мексика)
- ✓ Организовано международное партнерство (прото-коллораация) для реализации проекта Супер ст – фабрика
 - Сегодня в партнерство входят 9 организаций: 7 Российских институтов (ИЯФ, НГУ, НГТУ, МГУ, ФИАН, ВШЭ, ВНИИЭФ), 1 международная (ОИЯИ), 1 Мексиканский институт (CINVESTAV-IPN).

• 2022:

- ✓ Завершено очередное обновление программы исследований на СЦТФ
 - В разработке физ.программы приняли участие физики из ИЯФ, НГУ, ФИАН, ВШЭ → программа стала более детализированной
- ✓ CREMLIN+ грант на 2020-2024гг. прекращен
 - Суммарный объем доведенного до ИЯФ финансирования с 2020г. ~ 280kEuro
 - **Нарушилось сотрудничество с Германией (GSI, JLU), Италией (INFN-Ferrara, Lecce, Frascati, Bari), Францией (LAL-Orsay), CERN**
- ✓ Появилось финансирование НИР через РФЯЦ ВНИИЭФ ГК РОССАТОМ
 - В общей сложности ИЯФом выполнено 3 договора НИР на сумму ~ 100 млн.р. (продолжение: ~ 120 млн.р. на 2023–25гг.)
- ✓ Проведена первая летняя научная школа для молодых ученых, посвященная проекту Супер ст–фабрики
 - В качестве площадки выступил филиал МГУ в НЦФМ (г. Саров)
 - Планируется данное научное мероприятие сделать ежегодным с расширением состава участников

Физическая программа эксперимента на Супер $c\tau$ -фабрике (2022)

партнерство СЦТФ (ИЯФ, НГУ, ФИАН, НИУ ВШЭ).

Оглавление

Введение	5	4.3.1	Обобщенная структура заряженного слабого взаимодействия	68
1 Измерение сечения $e^+e^- \rightarrow$ адроны	8	4.3.2	Обычные лептонные распады τ -лептонов	69
2 Чармоний	12	4.3.3	Радиационные лептонные распады τ -лептонов	71
2.1 Состояния чармония ниже порога $D\bar{D}$	13	4.3.4	Измерение параметров Миннелла в распадах $\tau^+ \rightarrow \mu^+\nu_\mu\bar{\nu}_\tau$ с распадами мюона на лету	72
2.2 Изучение экзотических состояний чармония	15	4.3.5	Пятичастичные лептонные распады τ -лептонов	75
2.2.1 X-состояния	15	4.4	Адронные распады τ -лептонов	77
2.2.2 Y-состояния	18	4.4.1	$\tau \rightarrow P^-\nu_\tau$ ($P = \pi, K$)	77
2.2.3 Z _c -состояния	19	4.4.2	$\tau^- \rightarrow P^-\nu_\tau\gamma$ и $\tau^- \rightarrow P^-\ell^+\ell^-\nu_\tau$, ($P = \pi, K$; $\ell = e, \mu$)	78
3 Физика D-мезонов	22	4.4.3	$\tau^- \rightarrow \pi^-\pi^0\nu_\tau$	79
3.1 Введение	22	4.4.4	Поиск токов второго рода в адронных распадах τ -лептонов	80
3.2 Отбор D-мезонов в пороговом эксперименте	25	4.4.5	Адронные распады τ с каонами в конечном состоянии	82
3.3 Спектроскопия D-мезонов	27	4.5	CP-нарушение в распадах τ -лептонов	85
3.4 Измерение абсолютных вероятностей распадов	31	4.6	Нарушение лептонного аромата в распадах τ -лептонов	89
3.5 Лептонные и полулептонные распады D-мезонов	33	4.7	Поиск распадов τ в заряженный лептон и невидимую частицу	90
3.6 Редкие и запрещенные распады D-мезонов	37	5	Поиск Новой физики в распадах c-кварка	92
3.7 Смешивание в системе нейтральных D-мезонов	42	5.1	Переходы $c \rightarrow (s, d)\ell^+\nu_\ell$	93
3.7.1 Распады некогерентных состояний	45	5.2	Переходы $c \rightarrow u\ell^+\ell^-, c \rightarrow u\gamma, c \rightarrow u\bar{\nu}$	97
3.7.2 Распады когерентных пар D	46	6	Очарованные барионы	101
3.7.3 Анализ распада $D \rightarrow K_S^0\pi^+\pi^-$	47	6.1	Измерение форм-факторов очарованных барионов	102
3.8 Нарушение CP-симметрии в распадах D мезонов	51	6.2	Поиск CP-нарушений в распадах очарованных барионов	104
3.9 Измерение сильных фаз в распадах очарованных адронов в нейтральные каоны	56	7	Спектроскопия состояний из легких кварков	106
3.9.1 Измерение сильных фаз с использованием полулептонных распадов нейтральных каонов	58	7.1	Легкие кварки в квантовой хромодинамике	106
3.9.2 Измерение сильных фаз с использованием CP-собственного конечного состояния нейтрального каона	59	7.2	Модель конститuentных кварков	108
3.9.3 Оценка потенциальной точности измерения сильных фаз	60	7.3	Экзотические состояния	111
4 Физика τ -лептонов	62	7.3.1	Глюоний	111
4.1 Введение	62	7.3.2	Гибриды	112
4.2 Свойства τ -лептона	63	7.3.3	Многокварковые состояния	113
4.2.1 Проверка лептонной универсальности	63	8	Двухфотонная физика	114
4.2.2 Масса τ -лептона	64	Закключение		115
4.2.3 Время жизни τ -лептона	65			
4.2.4 Электрический и магнитный дипольные моменты τ -лептона	66			
4.3 Лептонные распады τ -лептонов	68			

– Расширенная и детализированная физическая программа эксперимента **в 4 раза больше** предыдущей версии. Рассмотрены направления исследований:

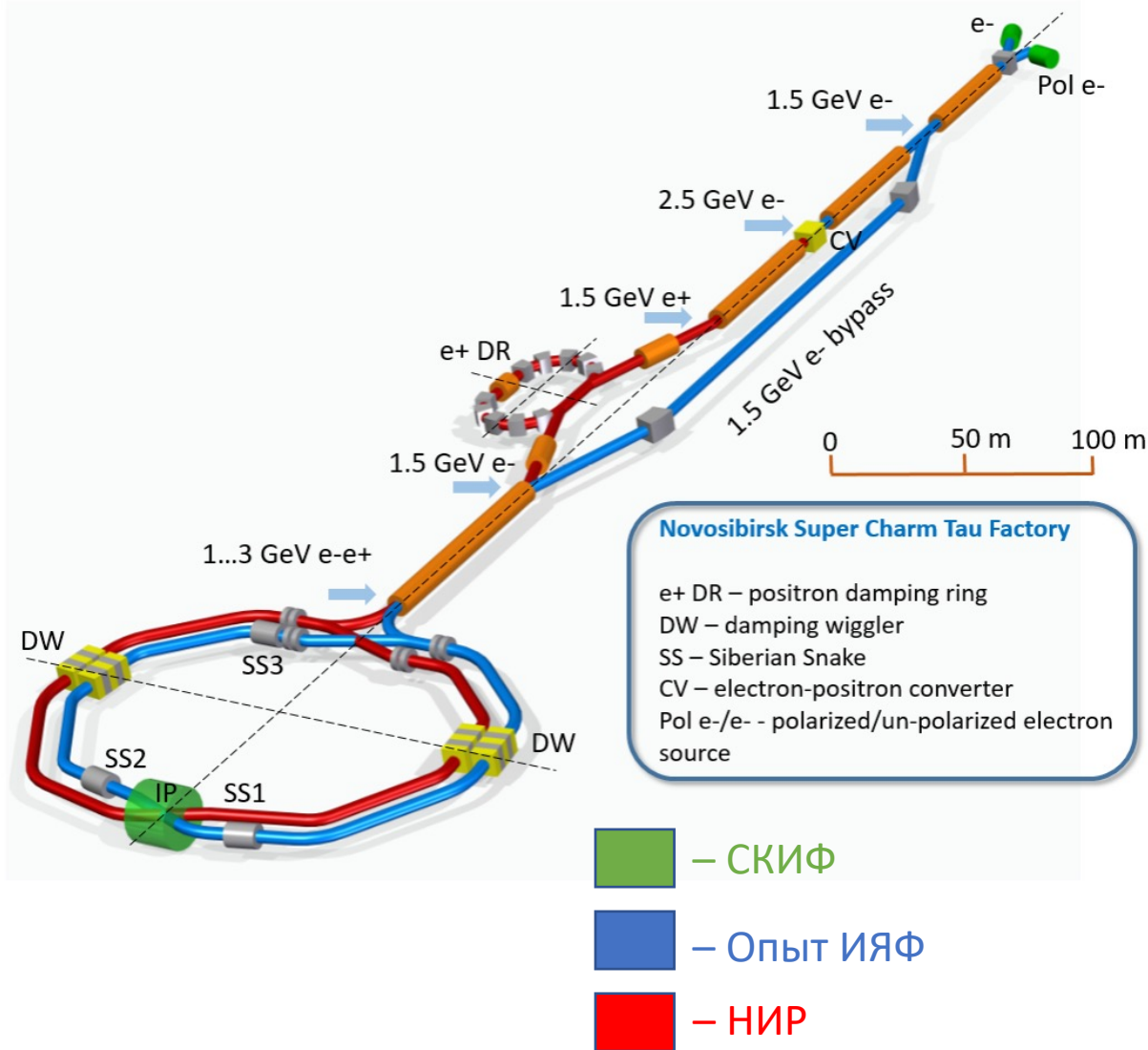
физика чармония,
физика D-мезона,
физика τ -лептона,
очарованные барионы,
поиск новой физики,
спектроскопия состояний из легких кварков,
двухфотонная физика.

– Рассмотрены некоторые преимущества экспериментов с поляризованными пучками.

– Приведены оценки преимуществ экспериментов на ССТФ в перед другими современными и планируемыми экспериментами.

Публикации: https://sct.inp.nsk.su/media/cdr/SCT_Physics_Program__rus_Egsu8BE.pdf

Ускорительный комплекс ССТФ



Инжектор:

Генераторы СВЧ мощности (клистроны, модуляторы,...)

Ускоряющие структуры

Электронная пушка для генерации позитронов

Системы термостабилизации, диагностики, вакуумная, питания, ...

Электронная СВЧ фотопушка

Источник поляризованных e^- (фотокатод, лазер,...)

Накопитель:

Магниты (дипольные, квадрупольные,...)

Виглеры затухатели

Вакуумная система, система диагностики и система питания, ...

Спиновые ротаторы

Финальный фокус:

СП линзы, компенсирующие и экранирующие соленоиды

Криогенная система

Центральная вакуумная камера

Реалистичная структура накопителя или HE «сферический конь в вакууме»

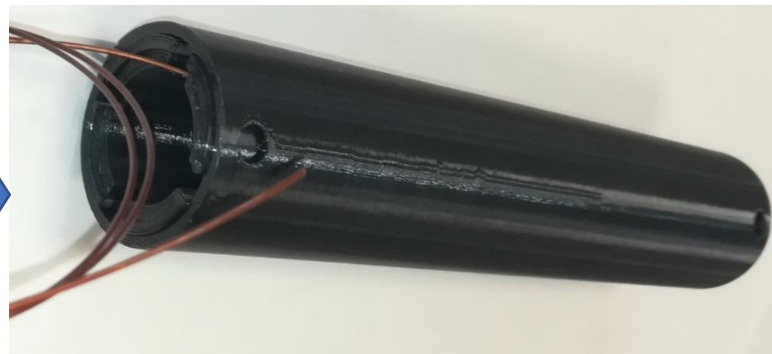
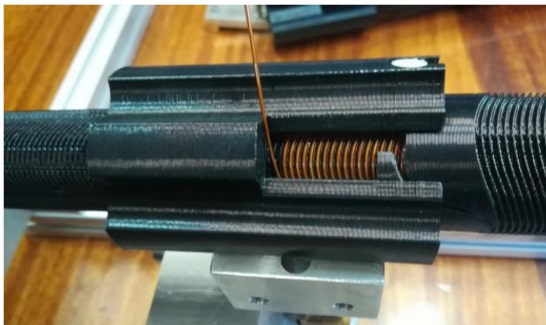
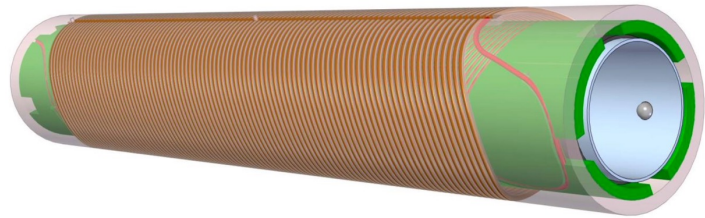
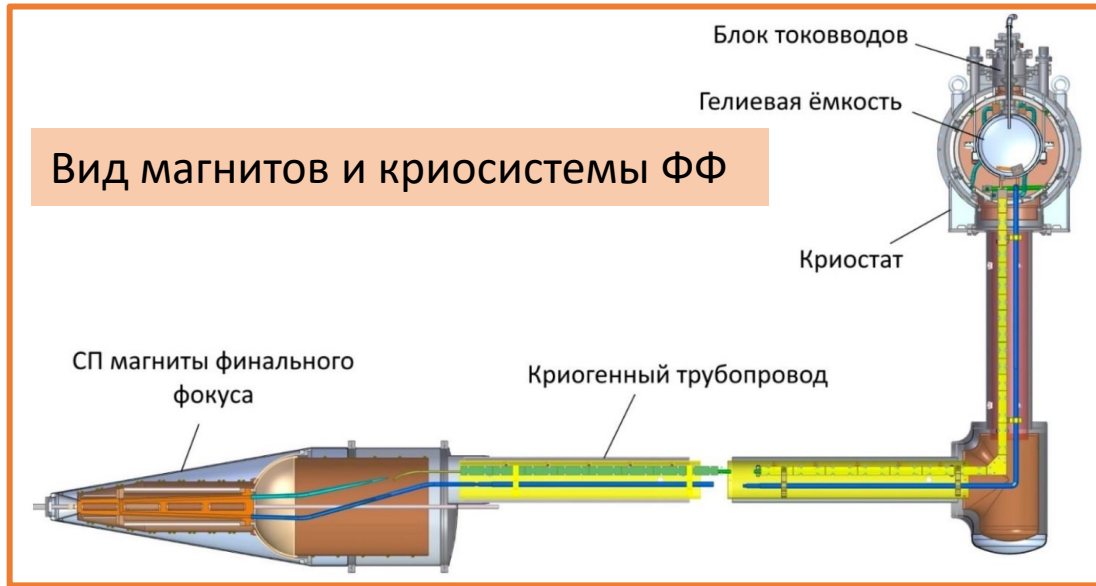
E(MeV)	1500	2000	2500	3000	3500
$\Pi(\text{m})$	935.874				
$F_{RF}(\text{MHz})$	350				
$2\theta(\text{mrad})$	60				
$\beta_x^*/\beta_y^*(\text{mm})$	100/1				
$\varepsilon_y/\varepsilon_x(\%)$	10	0.5	0.5	0.5	0.5
$I(\text{A}) / N_b$	2.9 / 941	1.64 / 983	2.5 / 983	2.7 / 983	2.9 / 974
$N_{e/bunch} \times 10^{-10}$	6	3.25	5	5.3	5.8
$U_0(\text{keV})$	91	288	504	820	1266
$V_{RF}(\text{kV})$	750	2000	3000	3900	5000
ν_s	0.0108	0.0152	0.0166	0.0172	0.018
$\delta_{RF}(\%)$	1.3	1.83	1.97	1.97	1.98
$\sigma_e \times 10^3 (\text{SR/IBS+WG})$	0.27/0.9	0.36/1.1	0.5/1.2	0.5/1.2	0.6/1.3
$\sigma_s(\text{mm}) (\text{SR/IBS+WG})$	3.6/17	4.7/15	6/14	7/14	8/14
$\varepsilon_x(\text{nm}) (\text{SR/IBS+WG})$	2.0/2.9	3.5/3.5	5.5/3.2	7.9/4.1	11/5.7
$L_{HG} \times 10^{-35} (\text{cm}^{-2} \text{s}^{-1})$	0.29	0.4	1	1	1
ξ_x/ξ_y	0.003/0.03	0.002/0.06	0.002/0.08	0.002/0.065	0.002/0.05
$\tau_{Touschek}(\text{s})$	304	304	302	560	1100
$\tau_{Luminosity}(\text{s})$	12000	5000	3000	3200	3500

2022:

- Разработана структура с реалистичными магнитами
- Время жизни по Тушеку ~ 300 с
- $L = 0.3 \div 1.0 \cdot 10^{35} \text{cm}^{-2} \text{s}^{-1}$

–Требуется проверка эффектов встречи и коллективных эффектов на всех энергиях при помощи моделирования
– Прототипирование?!

Финальный фокус

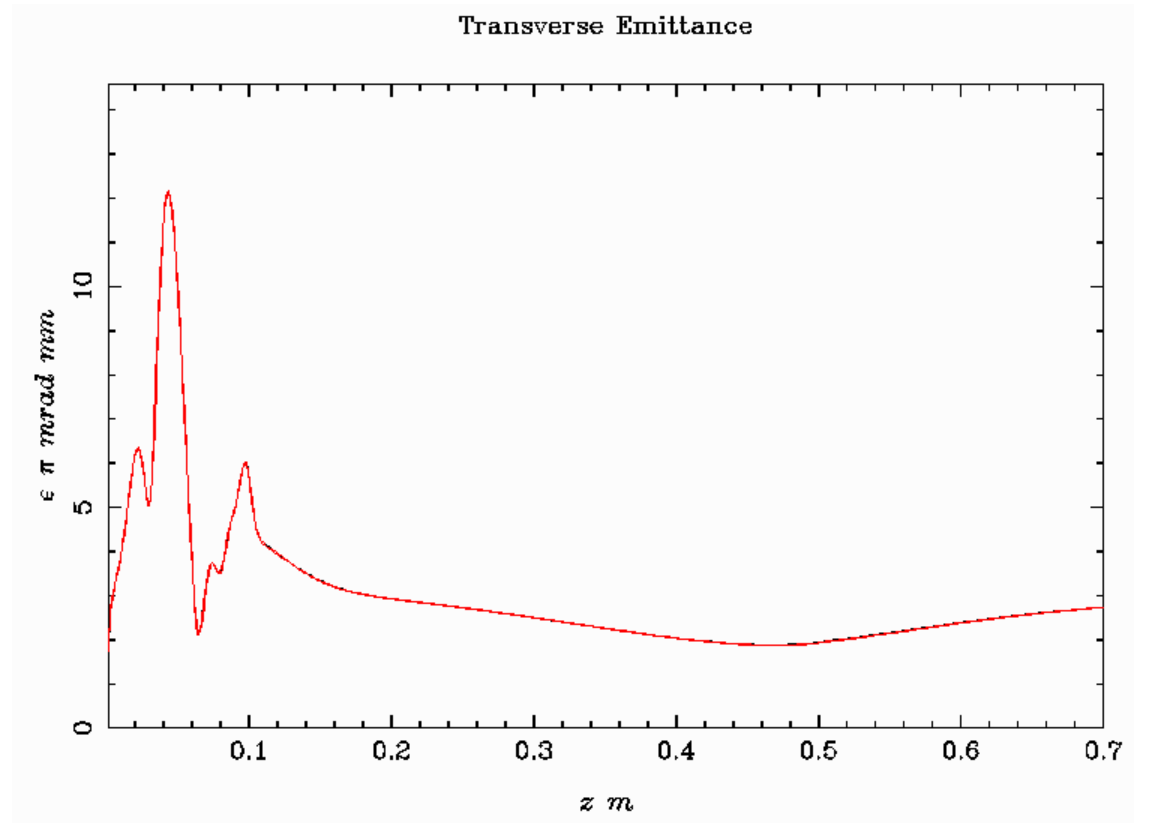
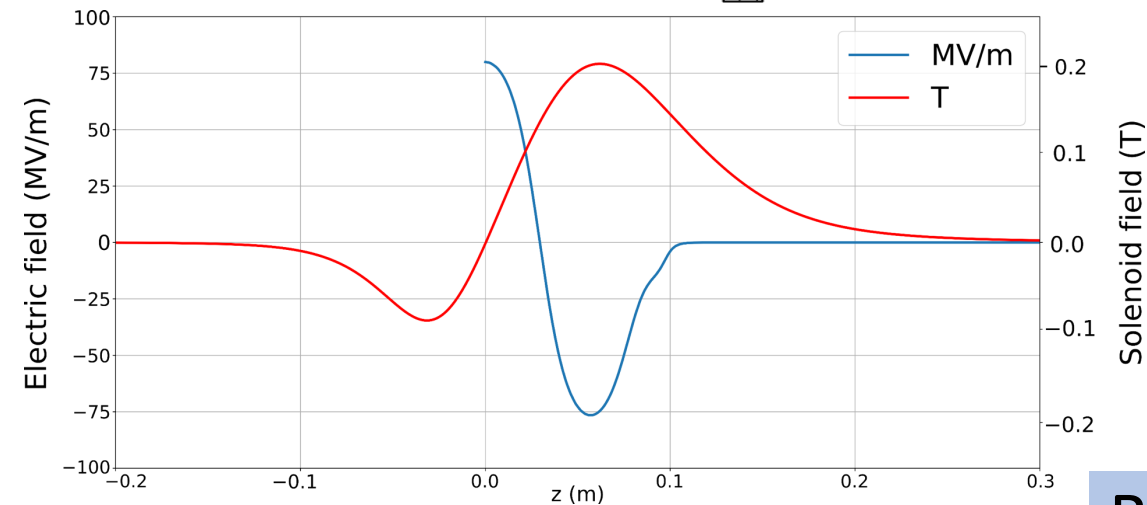
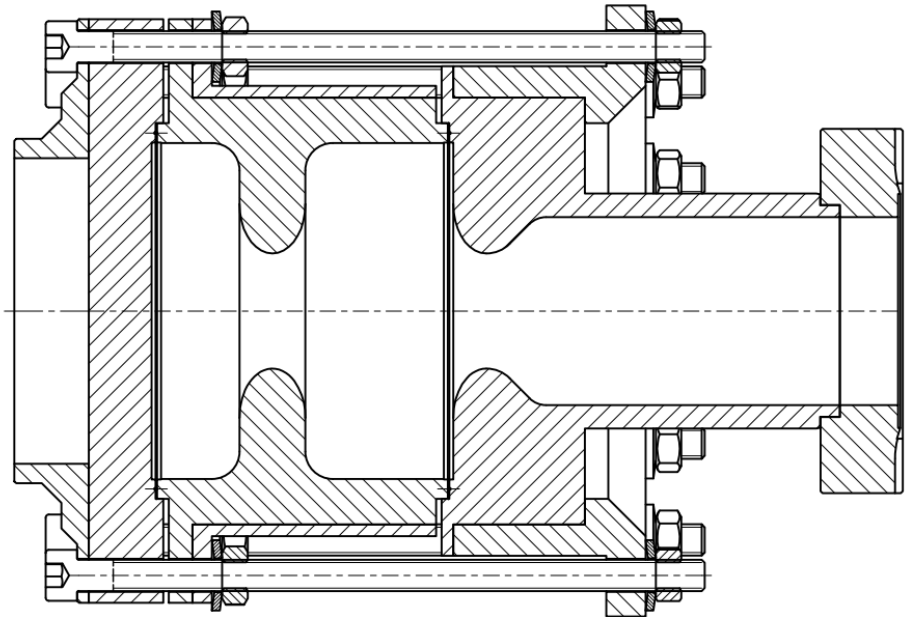


2022:

- Проект криогенной системы ФФ
- Проектирование СП магнитов ФФ:
 - Компенсирующий соленоид
 - Экранирующий соленоид
 - Проработана технология изготовления СП соленоидов
 - Расчет тепловой нагрузки
 - Система защиты
 - Расчет опор магнита
 - Расчет магнитных полей квадрупольных линз ФФ
- Изготовлен прототип квадрупольных линз ФФ (PLA)
- Металлический (Al) прототип в цеху
- Разработан стенд для измерения магнитных полей квадрупольных линз ФФ
- Предложена концепция процедуры точной (~50 мкм) механической сборки системы ФФ (с возможностью подстройки)

Изготовить металлический прототип и провести магнитные измерения в 2023г.

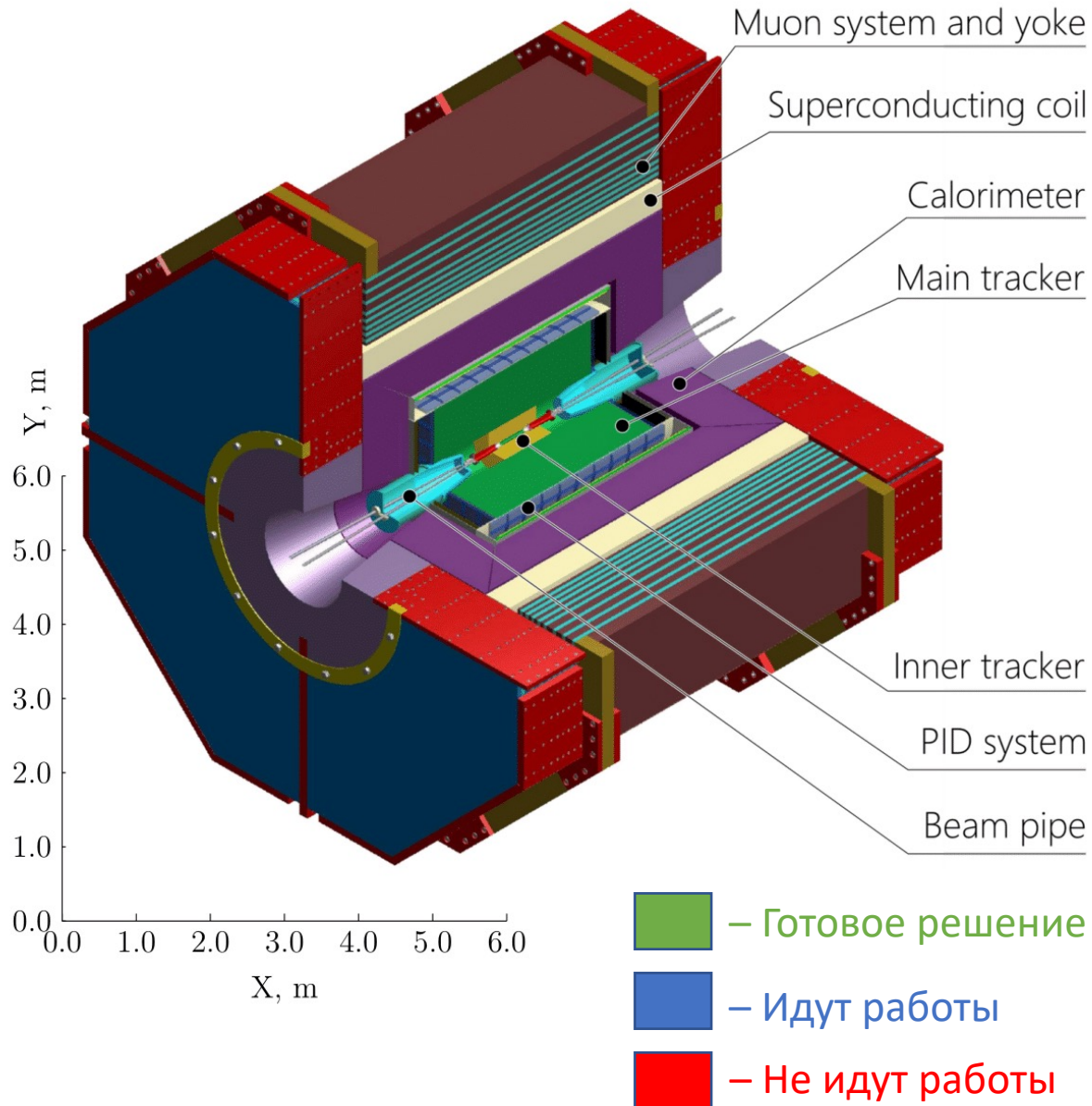
Электронная СВЧ фотопушка



Поле на катоде	80 MV/m
Заряд в сгустке	1.5 нКл
Энергия пучка	3.5 МэВ

В 2023 планируется изготовить и испытать!

Универсальный детектор СЦТФ



Трековая система

- ТРС на основе GEM (внутренний треккер)
- ДК с гексогональной ячейкой (основной треккер)

Система идентификации

- ФАРИЧ (детектор черенковских колец)

Мюонная система

- Сцинтилляторы со считыванием на КФЭУ через спекторсдвигающее волокно (aka KLM-Belle II)

Калориметр

- Кристаллы на основе чистого CsI

Магнитная система

- Железное ярмо с пазами для МС и СП катушка с рабочим объемом поля $\sim 26 \text{ м}^3$

Программное обеспечение

- AURORA (моделирование и реконструкция эксперимента)
- Медленный и оперативный контроль

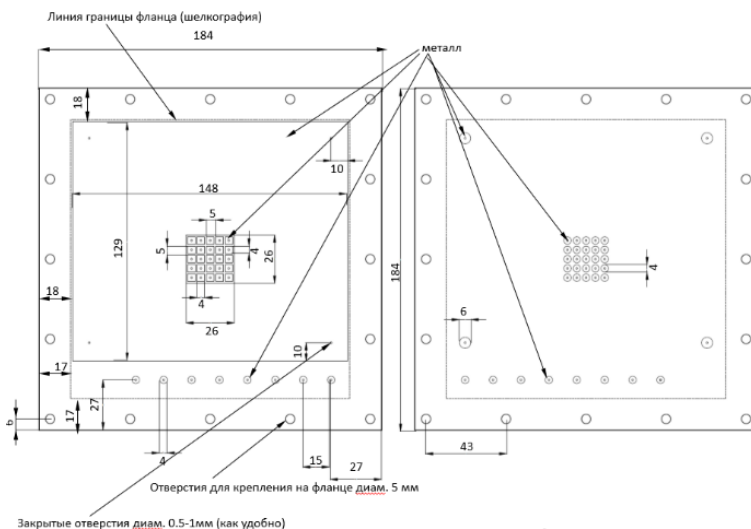
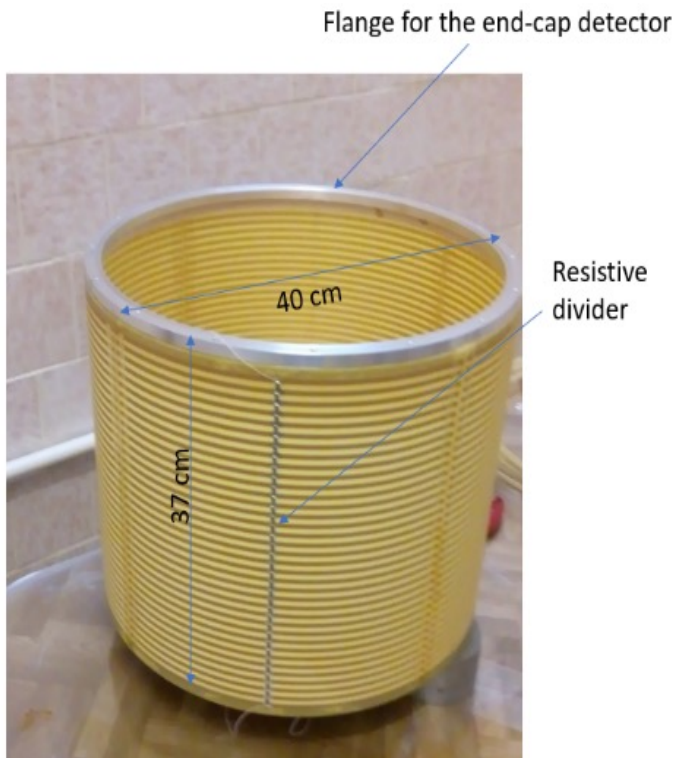
Система сбора данных

- ...?

Инженерные системы детектора

- Система питания, охлаждения, позиционирования, ...
- Радиационная защита
- ...

TPC со считыванием при помощи GEM детекторов

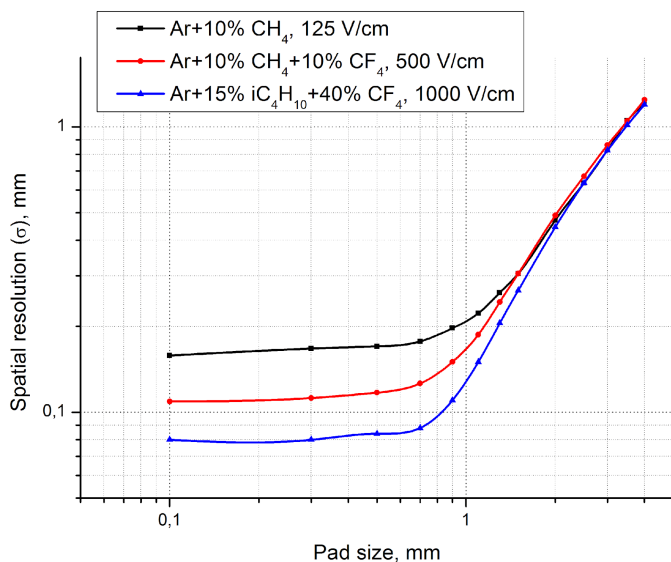


Эскиз считывающей печатной платы:
25 площадок $4 \times 4 \text{ мм}^2$

Газовый объем с высоковольтным делителем

Планы:

- 2023:
 - изготовить и собрать прототип
- 2024:
 - Провести серию экспериментов
 - Разработать программу полного моделирования ВТ на основе TPC-GEM

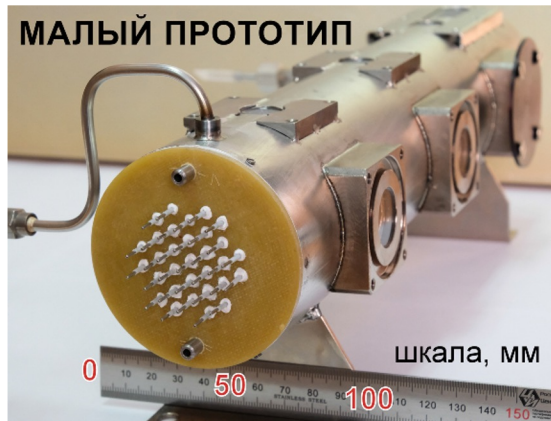


- Разработан проект прототипа внутреннего трекера на основе TPC со считыванием при помощи GEM детекторов.
 - Исследовать разные газовые смеси,
 - Испытывать разные комбинациями микроструктурных детекторов (GEM и muRWELL или GEM и Thick RWELL),
 - Сравнить разные варианты считывающей электроники.
- Проведена конструкторская проработка некоторых ключевых узлов прототипа. Идет изготовление.
- Проведены расчеты пространственного разрешения в зависимости от размера пикселя считывающей структуры для нескольких газовых смесей. Оптимальный размер пикселя $0.7 \div 1.0 \text{ мм}$.

ДК с гексагональной ячейкой



ОБЪЁМ С ОБРАЗЦАМИ
УГЛЕПЛАСТИКА НИИКАМ



МАЛЫЙ ПРОТОТИП

шкала, мм

2022 г.

- **Малый прототип:**
 - ✓ Пространственное разрешение ячейки, $\sigma = (97 \pm 6)$ мкм;
 - ✓ Скорость анодного старения в смеси He/C₃H₈ (60/40) с образцами углепластика (НИИКАМ) $R = (30 \pm 6)$ %/(Кл/см), углепластик не влияет.
- **Большой прототип:**
 - ✓ подготовлены рабочие чертежи на корпус из углепластика для НИИКАМ.
- **Проволока:**
 - ✓ Первый опыт золочения проволоки (Ti) на АО "Денисовский завод".
 - ✓ Передана катодная проволока (Al:Ø400 мкм) для золочения.

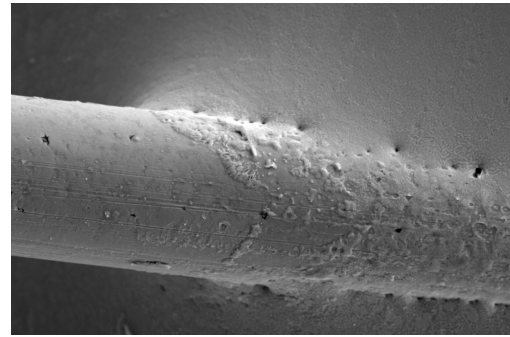
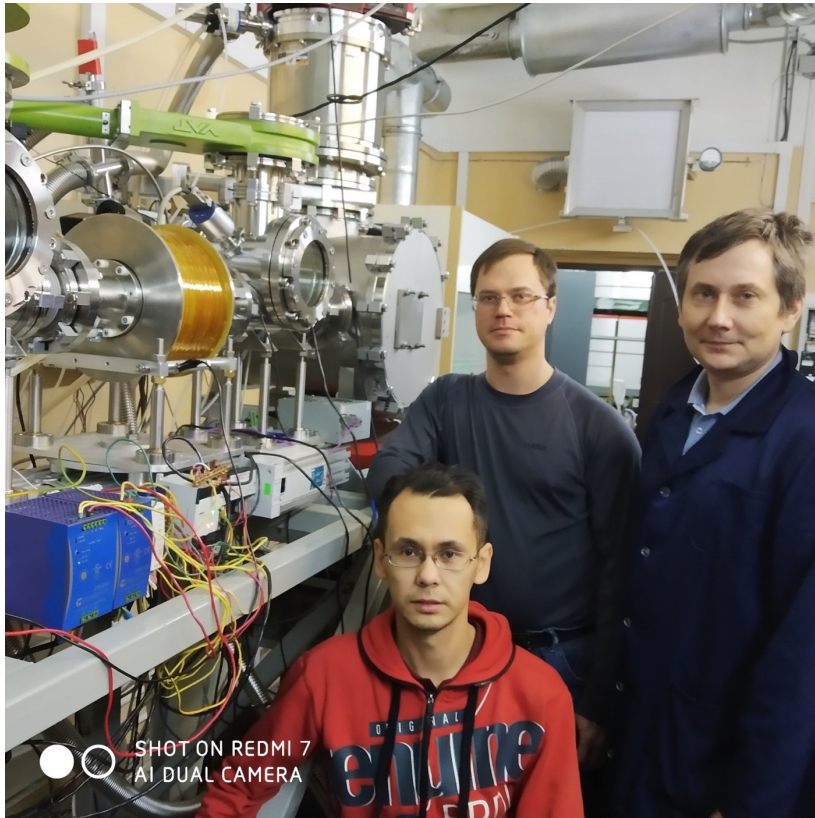


Диаметр 278 мм
Длина 2 000 мм
3 суперслоя: А-UV-А
156 ячеек

2023-2024 гг.

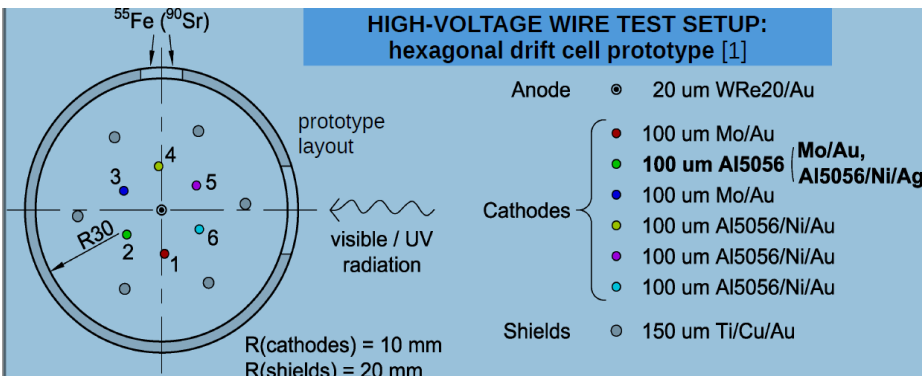
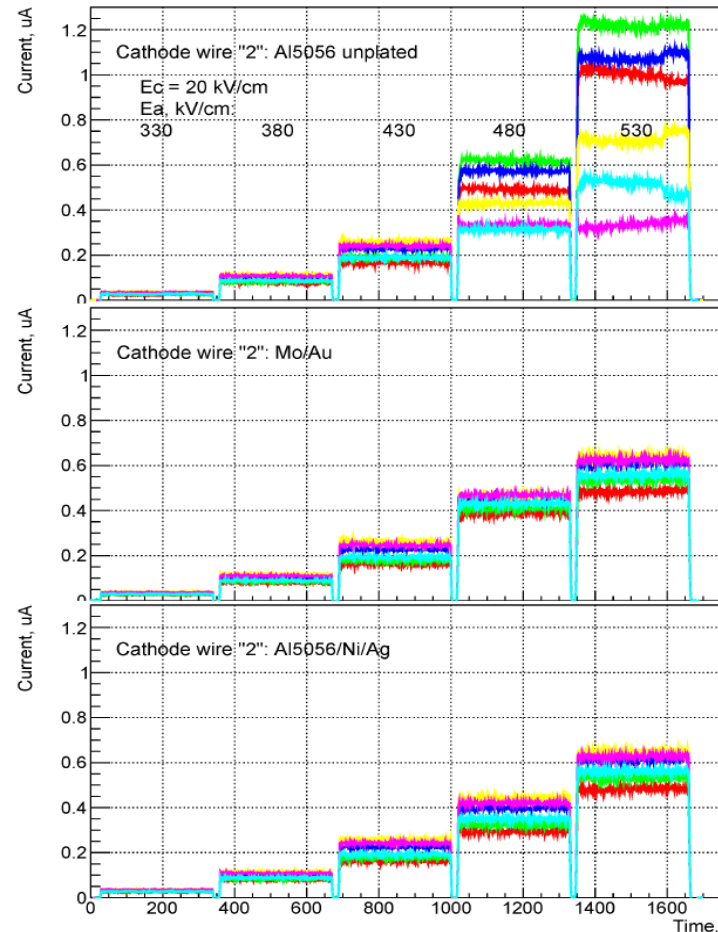
- **НИИКАМ:**
 - новые торцевые пластины для малого прототипа;
 - оснастка для натяж. проволочек (~ 0.35 млн. руб.);
 - внутренняя обечайка ДК (~ 1.65 млн. руб.);
 - корпуса большого прототипа (~ 7.58 млн. руб.).
- **АО "Денисовский завод"**
 - золочение катодной алюминиевой проволоки (~ 0.4 млн. руб.)
- **Высоковольтные испытания**
 - различные конструкции композитного материала
- **Измерение пространственного разрешения**
 - ячейки на малом прототипе со смесью He/C₂H₆ (50/50),
- **Радиационные тесты:**
 - Влияния конструкционных клеев на скорость старения
- **Электроника.**
 - Работа с предусилителем в режиме счёта кластеров

Установка магнетронного напыления



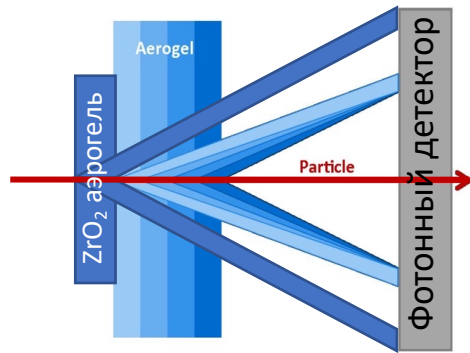
2022:

- Стабильный процесс напыления Ni, Ag (или Au) 40 и 50 мкм проволочки (Al)
 - толщина – до 70 нм
 - скорость – 4 м/мин.
- Расход золота для толщины 10 нм 10-15 г/км (1500-2000 евро), возможна рециркуляция
- Процесс напыления не приводит к отжигу и потере механических свойств
- Покрытие обеспечивает пайку и подавляет вторичную эмиссию с поверхности катодных проволочек.
- Произведено и передано для тестов коллегам из MEG2 600 м 40 и 50 мкм проволочки.



Токи катодной проволочки при облучении γ от ^{55}Fe ($E_{\text{cath}} = \text{const}$; $E_{\text{an}} = \text{var}$)

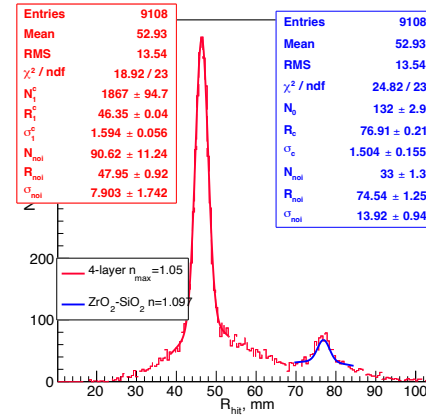
ФАРИЧ с двойным аэрогелевым радиатором



Недавние успехи в производстве прозрачного и оптически-плотного аэрогеля с помощью небольшой добавки ZrO_2 позволяют рассмотреть новую концепцию детектора RICH для проекта Супер С-Тау фабрики.

Shalygin et al, "Dependence of the refractive index of transparent ZrO_2-SiO_2 aerogels on the density and zirconium content", Ceramics International, 2021, 47(7), 9585–9590

Испытания с электронами



Результаты моделирования

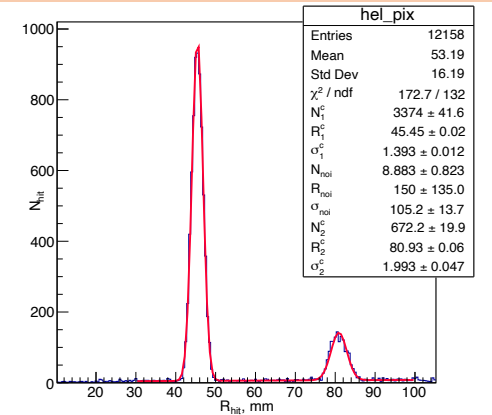
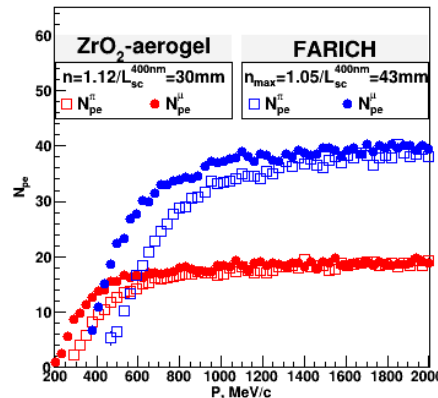
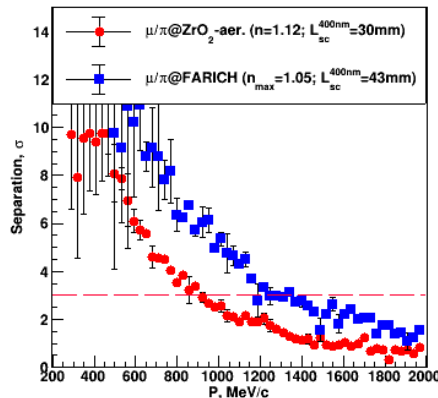
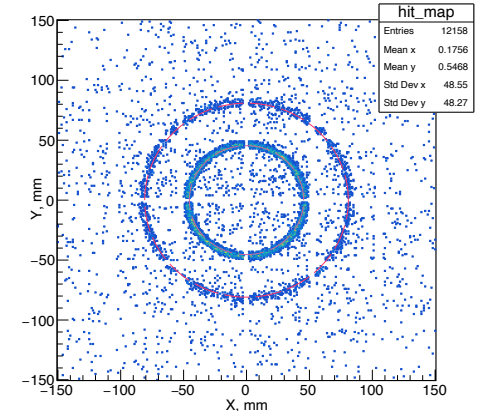
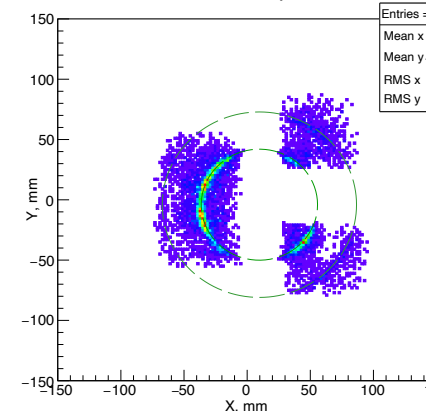


Схема с двойным аэрогелевым радиатором позволяет решить задачу μ/π -разделения в области импульсов от 200 до 400 МэВ/с

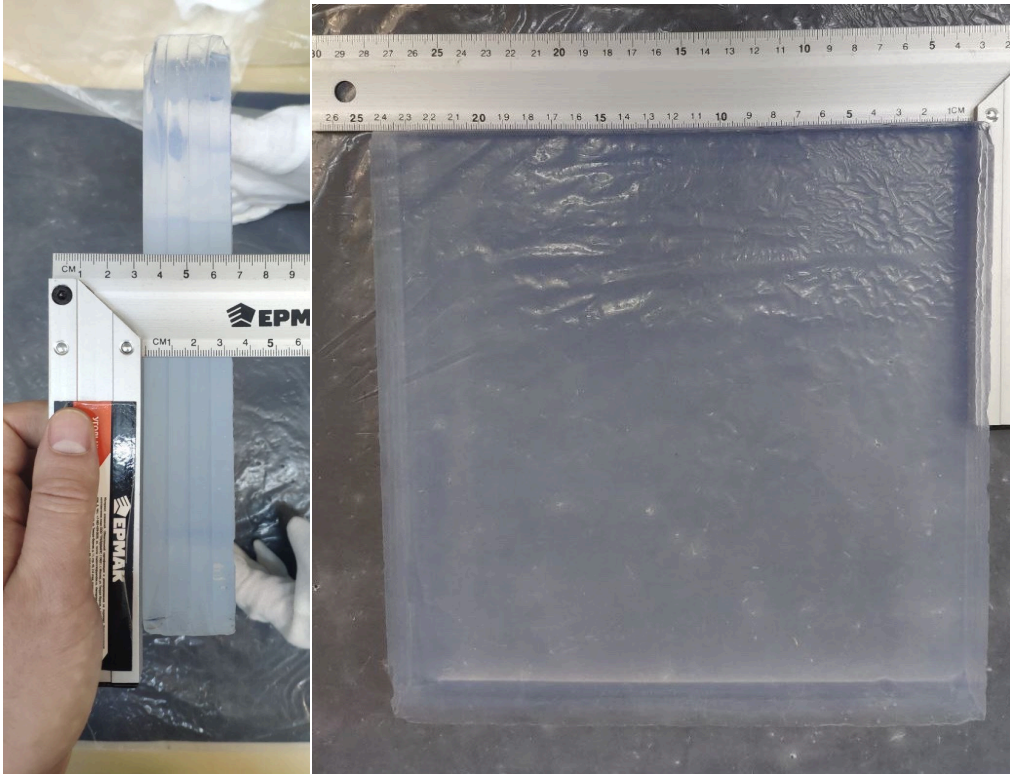
Слой аэрогеля с высоким показателем преломления ($n=1.12$), добавленный в детектор ФАРИЧ, позволяет обеспечить μ/π -разделение в диапазоне $P = 220 \div 1500$ МэВ/с

Hits map



Концепция RICH детектора с двойным аэрогелевым радиатором была и исследована на установке «выведенные пучки» в ИЯФ СО РАН и при помощи моделирования

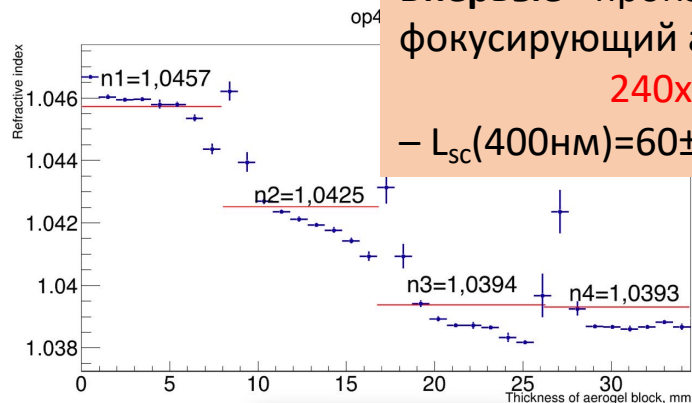
ФАРИЧ: полномасштабные аэрогель и фотодетекторы



Впервые произведен 4-х слойный фокусирующий аэрогель размерами:

240x240x35 мм

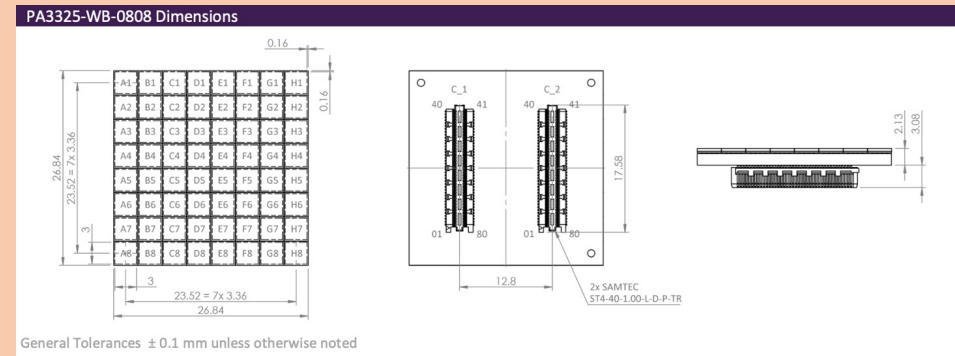
– $L_{sc}(400nm)=60\pm 2.5$ мм; $A_0=0.96\pm 0.02$



Фотонные детекторы и FEE

2022:

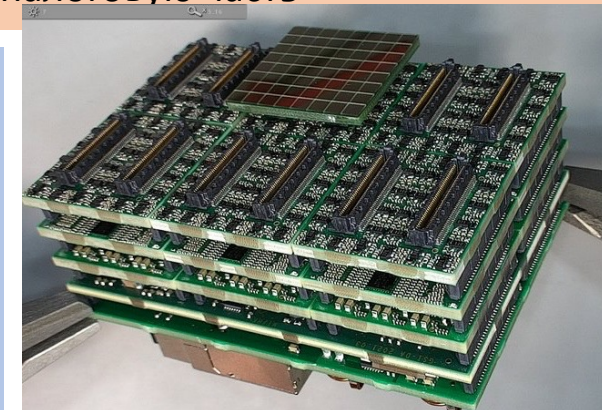
- ФИАН+ИЯФ удалось приобрести 50 матриц КФЭУ PA3325-WB-0808 (КЕТЕК) – достаточно чтобы сделать ФД 180x180 мм



- В ИЯФ пришла первая версия разработки компактной FEE на основе FPGA-TDC (GSI), но у нас она адекватно не работает:
 - Пытаемся запустить хотя бы ее аналоговую часть

2023-2024:

- Исследовать несколько «больших» фокусирующих аэрогелей
- Разработать вариант считывания ФД прототипа ФАРИЧ при помощи распределенных ЛЗ
- Спроектировать систему охлаждения ФД прототипа ФАРИЧ



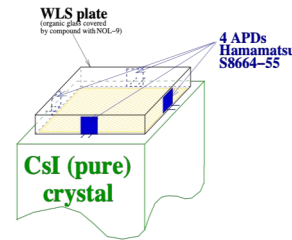
Прототип калориметра на основе чистого CsI для СЦТФ

Декабрь 2021:

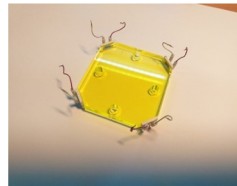
- Первый цикл измерений отклика прототипа из 16-ти счётчиков на пучке комptonовских γ с $E_{\gamma}^{max} = 64, 130, 225, 324, 361, 729$ МэВ.
- $\sigma_E/E \sim 10\%$ из-за не стабильной температуры ЛФД ($\Delta g/g = -3.3\%/град.$).
- Выявлены ряд недостатков и проблемы.

2022:

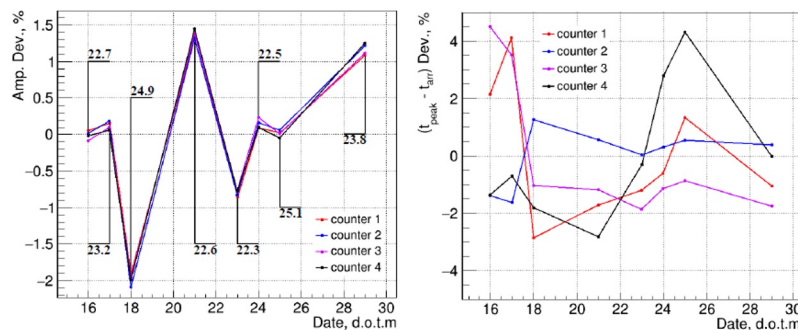
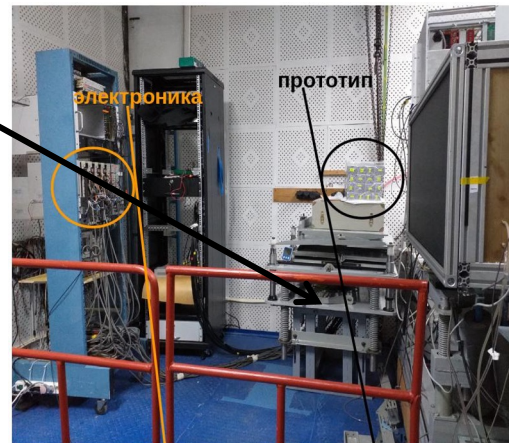
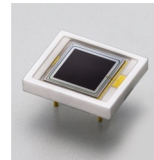
- Начата автоматизация рабочего 5D-стола.
- Исправлены недостатки в ЗЧПУ,
- Доработаны крепления кабелей питания ЛФД
- Испытана процедура компенсации температурной зависимости коэф. усиления ЛФД.
 - Долговременная стабильность – $(1 \div 2)\%$.
- Ведётся доработка системы измерения температуры.



PMMA with NOL-9



Hamamatsu APD S8664-55



Временной канал с КФЭУ

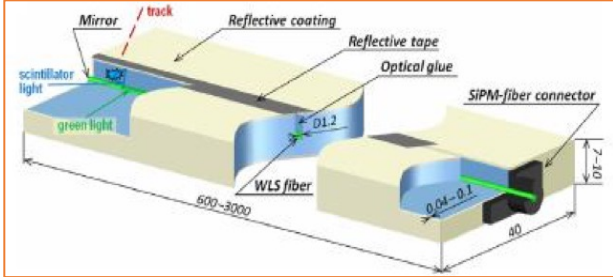
- Для прецизионного измерения времени предлагается оснастить каждый счётчик несколькими КФЭУ. Такая схема может позволить восстанавливать угол влёта γ в калориметр, и реконструировать точку рождения γ внутри детектора. Это важно для поиска долгоживущих нейтральных частиц новой физики, которые распадаются с испусканием γ вдали от места встречи.
- Испытан счётчик с двумя КФЭУ Hamamatsu MPPC S14160-3050HS (3×3 мм²), полученный световыход (10 ± 1) ф.э./МэВ/см² согласуется с расчетами.
- Временное разрешение счётчика составило 23 нс/Е[МэВ], **ведутся дальнейшие работы по временному каналу счётчика.**

Кристаллы GAGG ($Gd_3Al_2Ga_3O_{12}(Ce)$)

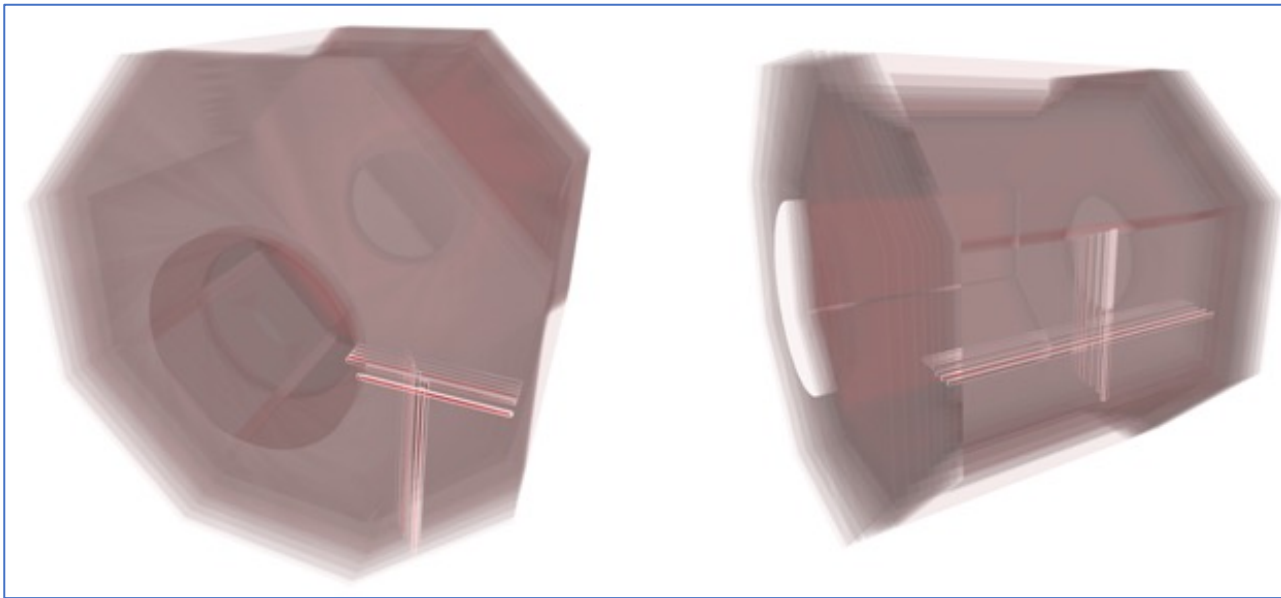
- $\rho = 6.63$ г/см³, $X_0 = 1.62$ см, $R_M = 2.40$ см, НЕиггр.
- $LY \geq 40000$ фот./МэВ, $\tau = 50 \div 150$ нс, $\lambda_m = 520$ нм
- Нужны кристаллы $4 \times 4 \times 26$ см³, $m = 2.76$ кг.**
- Производятся булы с размерами $6 \times 6 \times 20$ см³.
- Измерены характеристики кристаллика $17 \times 17 \times 20$ мм³:
 - Световыход $LY = (47000 \pm 9000)$ фот./МэВ,
 - L_{abs} (сц. света) > 2 м,
 - Осн. комп. высвечивания $\tau_1 = (60 \pm 20)$ нс.

Нужно стимулировать выращивание кристаллов GAGG больших размеров, снижение их стоимости (сырьё отн. недорогое) и освоение массового производства (десятки тонн)

Мюонная система: сцинтилляторы с WLS и SiPM

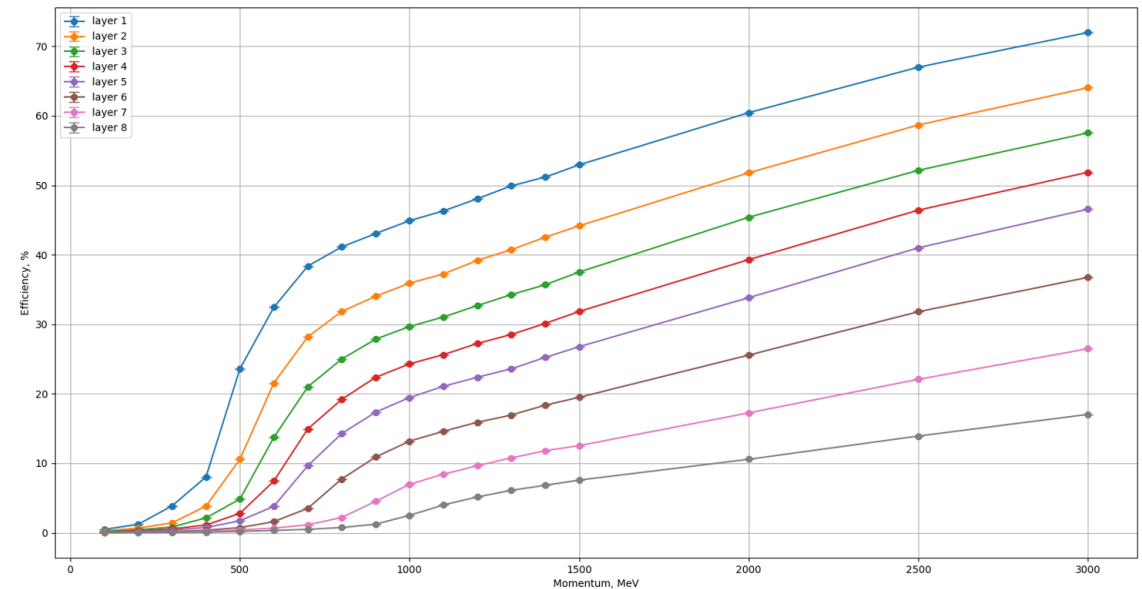
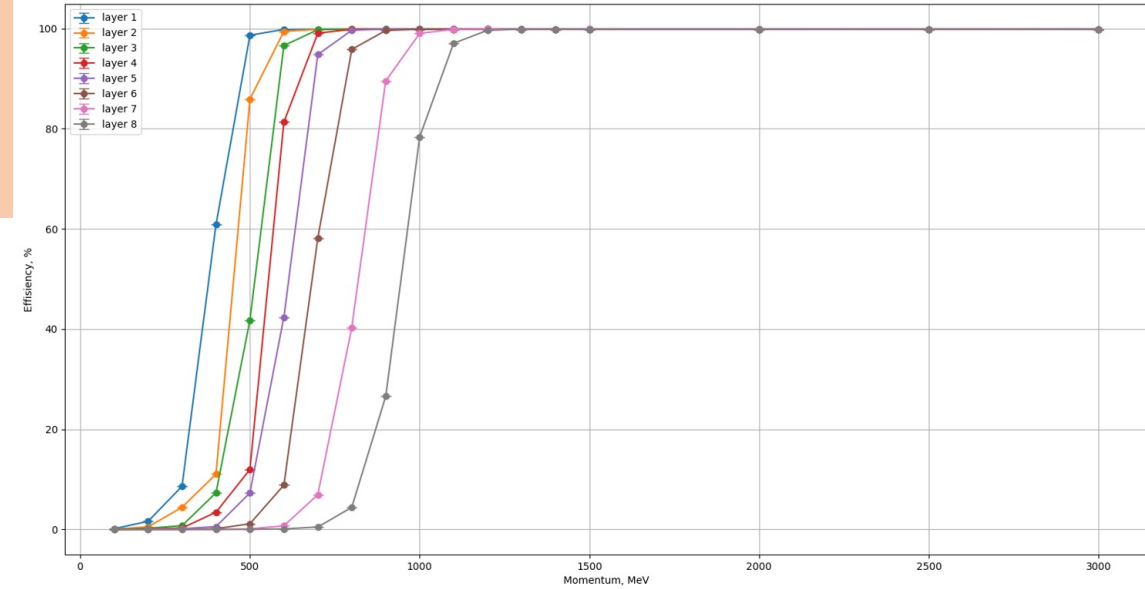


ПО для моделирования:
Реализованы в AURORA модули
геометрии, оцифровки,
реконструкции, визуализации.

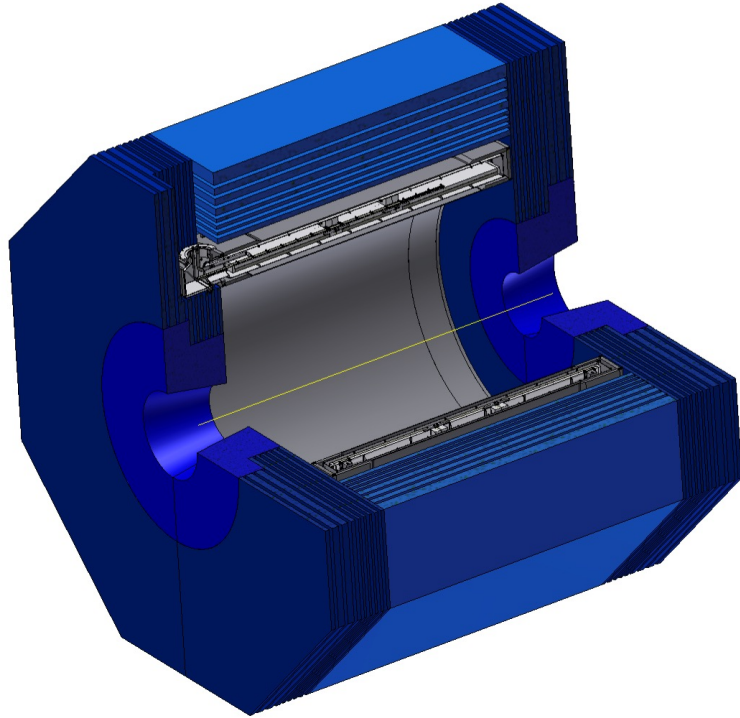


Планы:

- Усовершенствовать алгоритм оцифровки (добавить шумы, калибровочные константы, ...)
- Провести сравнение алгоритма реконструкции с используемым на BELLE и доработать

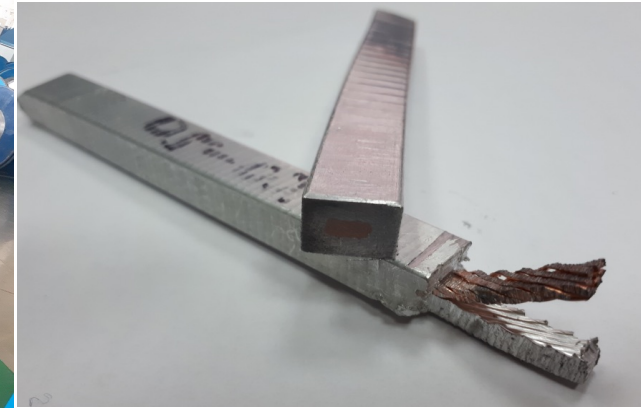
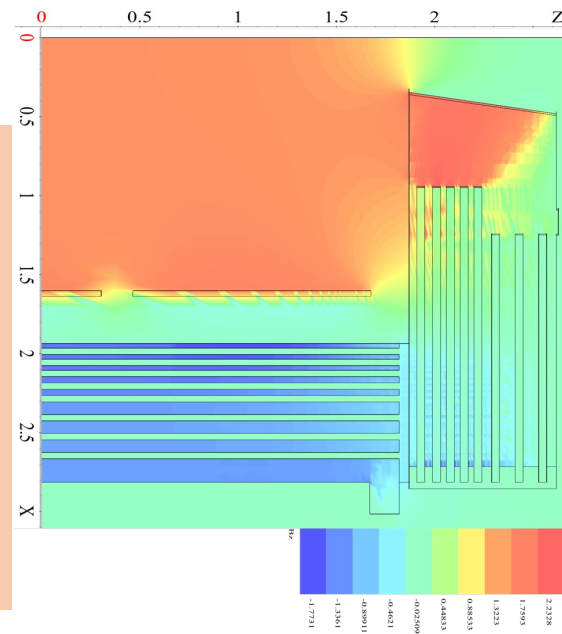
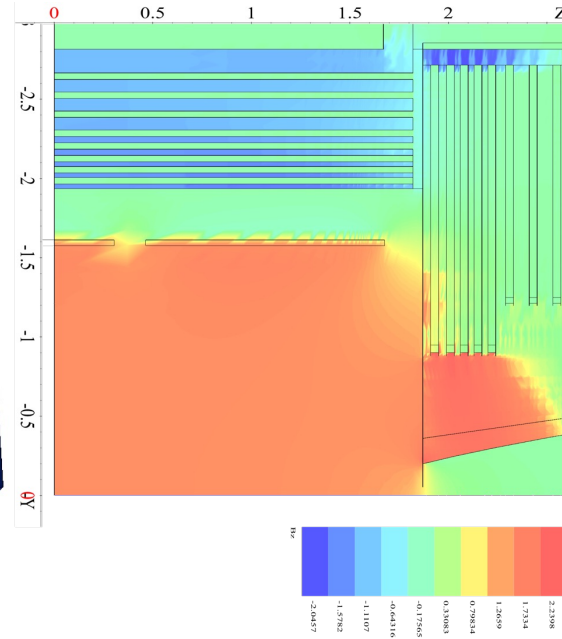


Магнитная система



2022г.

- Проработана конструкция:
 - Соленоид из трех катушек,
 - Заложены упоры, подвесы, криопроводы, ...
- Проведены расчеты
 - Магнитных полей
 - Механических нагрузок



СП провод разработан для PANDA

- Изготовлено и испытано несколько метров
- Отрабатывается технология производства длинных (> 1 км) кусков стренда (strand)
- Сверхчистый *Al* закуплен для производства 2x3.5 км и 1x1.5 км провода (достаточно для СЦТФ)
- Данная работа комплементарна работам по магниту для SPD (NIKA).

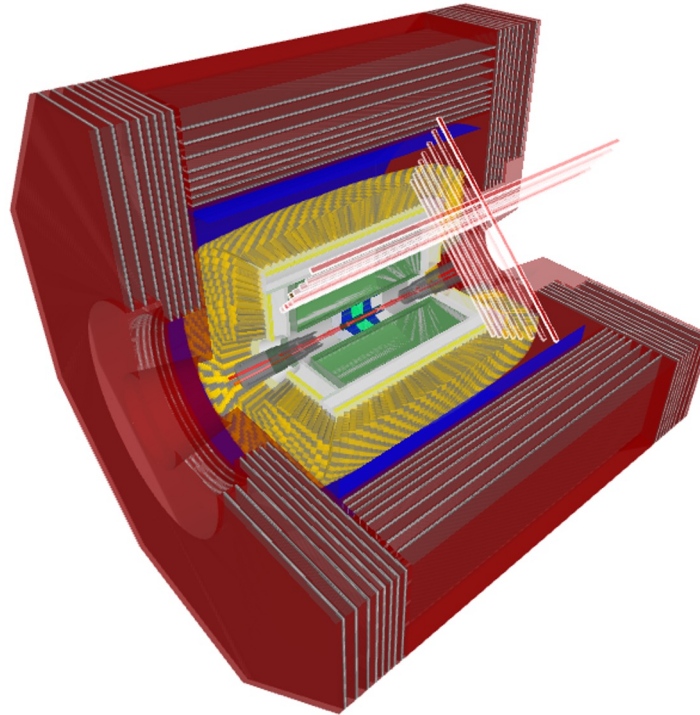
ПО проекта детектора

ПО доступно пользователям кластера ИЯФ и в виде образов виртуальных машин!!!

Фреймворк Aurora

версия 2.1.0 (декабрь 2022):

- Взаимодействие модулей, система конфигурирования и сборки
- Генераторы событий
- Унифицированное описание геометрии
- Оцифровка
- Реконструкция
- Параметрическое моделирование
- Инструменты (визуализация, тесты,..)



Веб-дисплей детектора:

- детектор в разрезе
- отображены срабатывания полосок мюонной системы

2023:

- Интеграция наработок по ДК и ECAL
- Разработки для других систем
- Развитие средств анализа и визуализации
- Систематизация и развитие генераторов событий
- ~~Развитие параметрического моделирования~~
- Общеструктурное развитие Aurora:
 - развитие внешней инфраструктуры
 - запуск полной цепочки обработки событий

Человеческие ресурсы

- Базовая команда: 3(+1) человека
 - Нужны люди от систем
 - Нужны люди для общих работ

Заключение

Запланировано:

- Международной рабочее совещание: «International Workshop on future Super Tau–Charm Factories», Китай, 2023.
- Договор на НИР (НИОКР) по тематикам Супер ЦТау фабрики между ИЯФ ОС РАН и РФЯЦ ВНИИЭФ (ГК РОССАТОМ) на 2023–2025гг. (~120 млн.р)
- Харитоновские чтения (планируется существенным образом затронуть тему проекта СЦТФ), Июль 2023, НЦФМ, г. Саров (п. Сатис)

Необходимо:

- Публикация физической программы эксперимента СЦТФ?!
- Расширение состава участников, созданного в 2021 партнерства?!
- Улучшать финансирование НИР (расчеты, проектирование, прототипирование) по проекту СЦТФ

Продолжение следует ...



«Приключения Буратино,
или Золотой Ключик»,
А.Н. Толстой

не путать с

«Приключения Пиноккио»,
Карло Коллоди

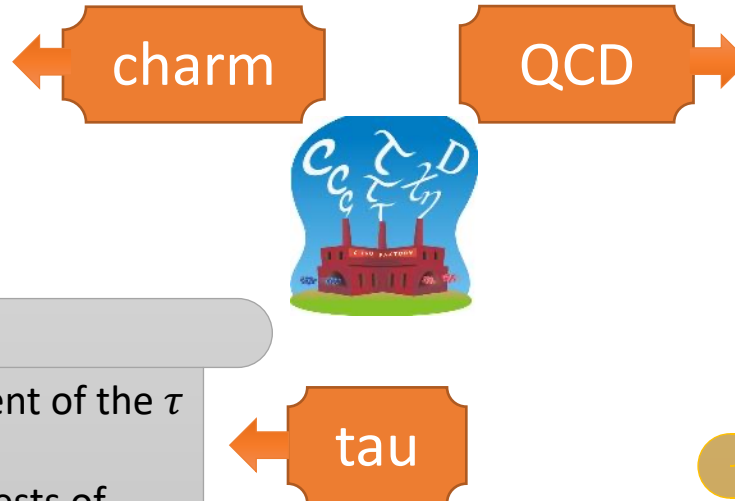
Еще много суеты ждет впереди,
а так же награда для Папы Карло!

Пришли доктор Сова, фельдшерица Жаба и лекарь Бого-
мол. «Пациент скорее мёртв, чем жив»,—сказала Сова.
Жаба не согласилась: «Пациент скорее жив, чем мёртв».—
«Одно из двух—или жив, или умер»,—прошелестел Бого-
мол.

SCT Physics in a nutshell

- ✓ Measurement of the strong phases of D decay amplitudes
- ✓ Measurement of absolute branching fractions
- ✓ Searches for rare and forbidden decays of the charm quark
- ✓ CP violation in charm
- ✓ ...

Input for B meson studies at LHCb and Belle II



- ✓ Physics of highly-excited quarkonium
- ✓ Molecular states
- ✓ Baryon interaction at threshold
- ✓ Search for glueballs in decays of J/ψ and $\psi(2S)$
- ✓ ...

Test of the electroweak sector of the SM

- ✓ Precision measurement of the τ lepton properties
- ✓ Michel parameters, tests of lepton universality
- ✓ Precision measurement of hadronic τ decays
- ✓ Search for CP and T violation in τ decays
- ✓ ...

QCD, α_s , V_{us} . Test of the electroweak model, searches for non-standard contributions

Advantages of the SCT factory

1. Threshold production of τ leptons and charmed hadrons

- Well-defined initial state
- Low multiplicity of particles
- Kinematic constraints

2. Longitudinal polarization of the electron beam

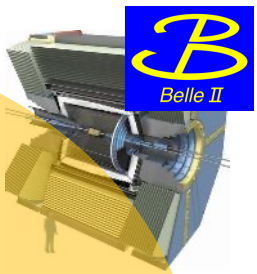
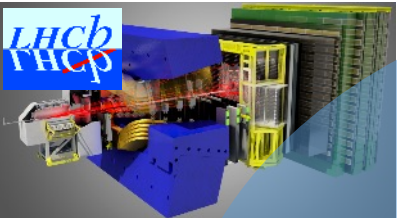
- Boosted sensitivity to \mathcal{CP} violation in baryons and τ leptons
- Measuring the Weinberg angle

3. Coherent $D^0\bar{D}^0$ pairs

- Measuring charm mixing and \mathcal{CP} violation with unique techniques
- Measuring phases of the decay amplitudes

4. Full event reconstruction

- Superior background suppression
- Measuring absolute branching fraction of charmed hadrons



$$B^0 \rightarrow D^0 \pi^+ \pi^- \quad B^+ \rightarrow h_1^+ h_2^+ h_3^-$$

Only charged particles in the final state
 B^0 mixing and lifetime

B_s Λ_b
 Ω_b CKM γ
 Σ_b

$$D^0 \rightarrow e \mu$$

B_s^0 mixing and lifetime

$$B_s^0 \rightarrow \mu \mu$$

$$B^0 \rightarrow \mu \mu$$

$$D^0 \rightarrow \mu \mu$$

$$\tau \rightarrow \mu \mu \mu$$

B^0 mixing and lifetime

φ_s

CPV in $D^0 \rightarrow h^+ h^-$

$$B \rightarrow K^* l l$$

$$B \rightarrow D^* \tau \nu$$

Charm spectroscopy

$$X(3872) \rightarrow J/\psi \pi \pi$$

Charm mixing

Neutral particles in the final state

$$D \rightarrow \text{invisible}$$

$$\tau \rightarrow \mu \gamma$$

$\sin \theta_W$

$$\text{Model-independent } D^0 \rightarrow K_S^0 \pi^+ \pi^-$$

$$\text{Quantum correlated } D^0 \bar{D}^0$$

CPV in charm

$\delta_{K\pi}$ V_{cd}

Polarized beam

$$J/\psi(cc) \rightarrow W^+ s \quad J/\psi \rightarrow \text{hadrons}$$

CKM α, β

$$b \rightarrow s/d \gamma \quad b \rightarrow ul\nu$$

V_{ub}

V_{cb}

τ lifetime

$$B \rightarrow D^0 \tau \nu$$

$\Upsilon(6S)$

$$B \rightarrow K_S^0 K_S^0 K_S^0$$

$\Upsilon(5S)$

$$B \rightarrow K_S^0 \pi^0 \gamma$$

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

$$B \rightarrow h \nu \nu, \tau \nu$$

α_s

$$D \rightarrow l \nu$$

$\tau \rightarrow \text{hadrons}$

$$\tau \rightarrow l \nu \nu$$

$$Z_c(3900) \rightarrow J/\psi \pi$$

Absolute branching fractions

SCT

Charged Higgs

Charged Higgs

LFU

LFU

SUSY, Charged Higgs

Clear BSM

Clear BSM

Dark matter

New CPV

