

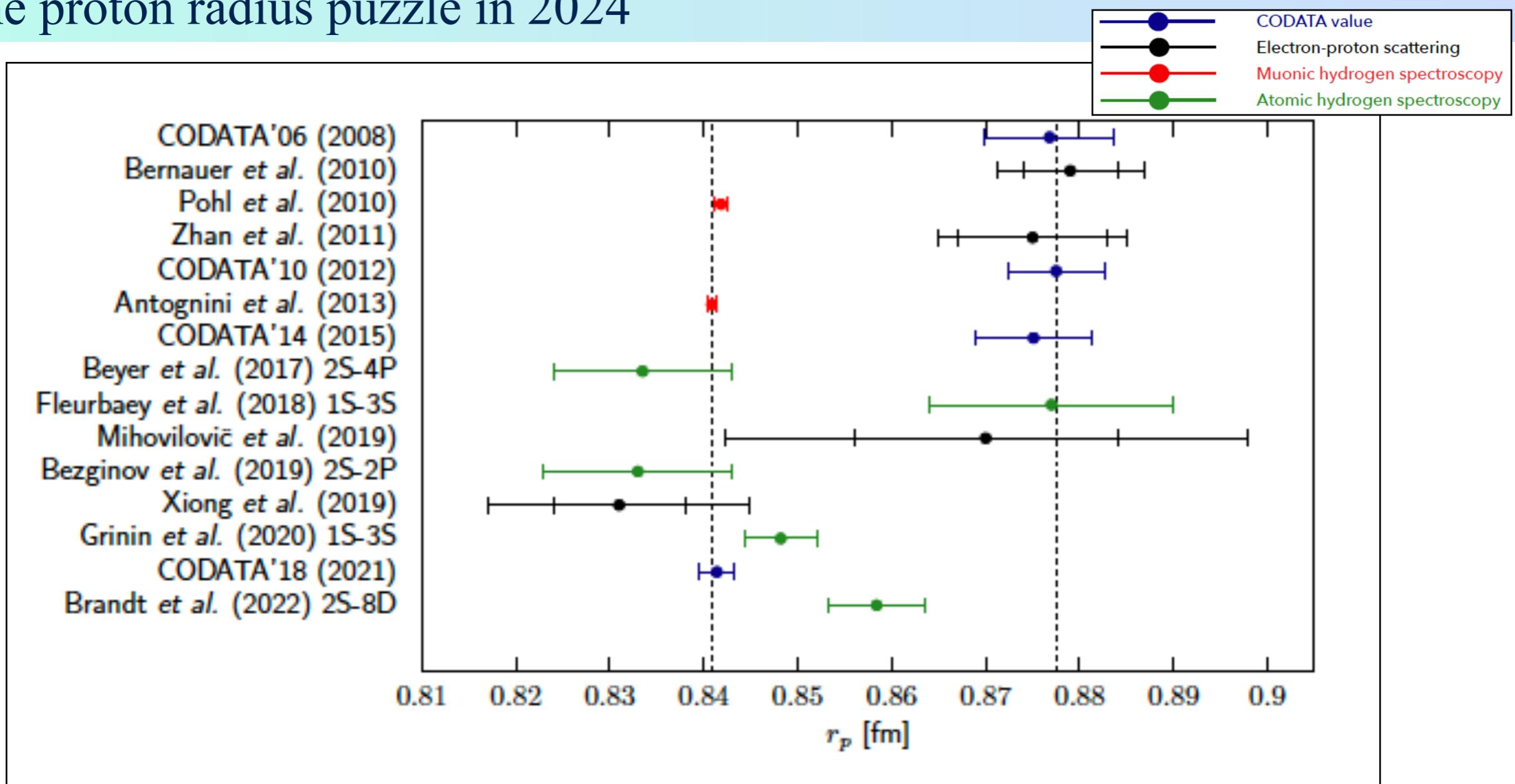


Прецизионное измерение зарядового радиуса протона в эксперименте
по упругому рассеянию электрона на протоне

Эксперимент
ПРОТОН

П. Кравченко

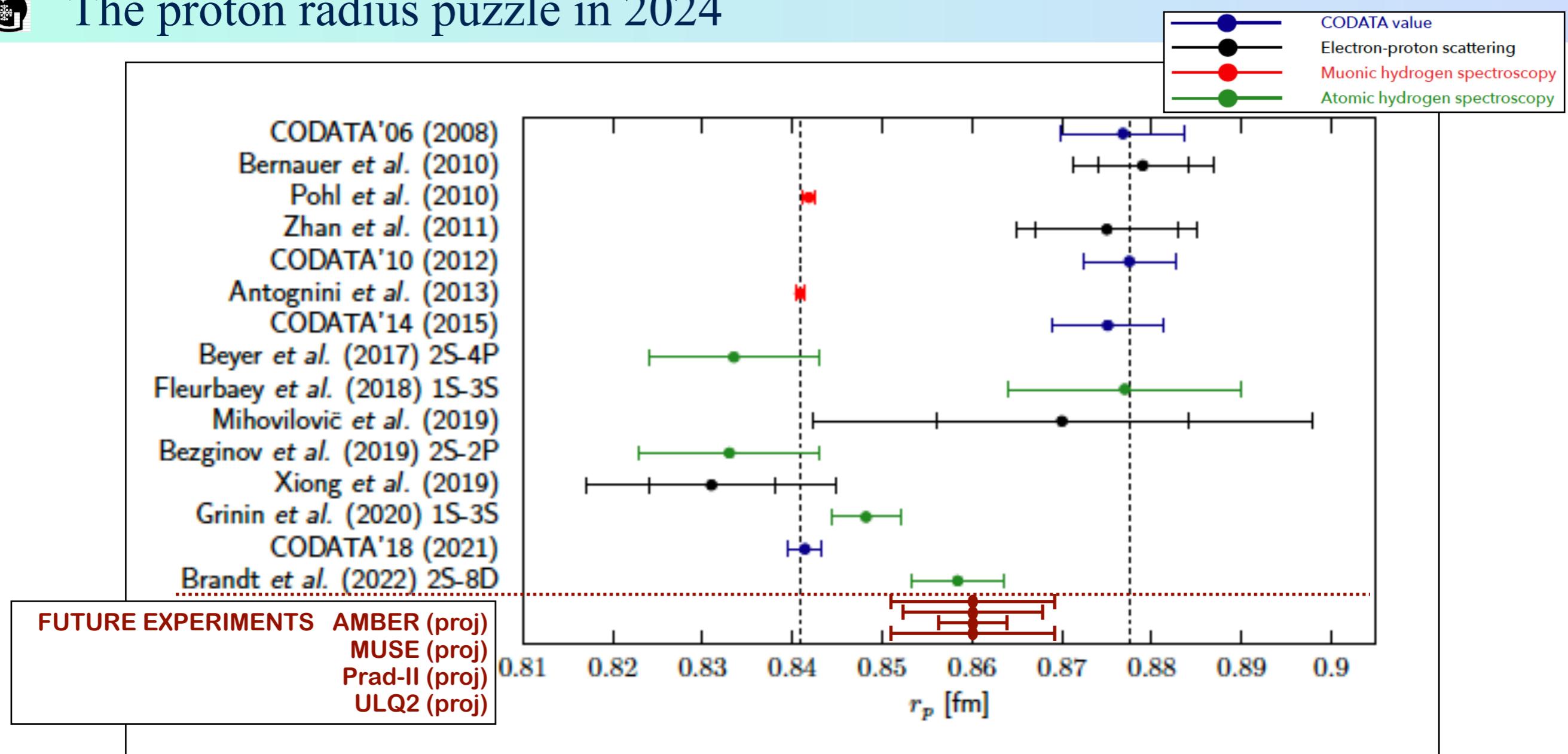
The proton radius puzzle in 2024



r_p	Electron	Muon
Spectroscopy	Inconsistent	0.8409(4)fm
Scattering	Inconsistent	N/A

Нужны новые измерения
Ре-анализ существующих экспериментальных данных

The proton radius puzzle in 2024



r_p	Electron	Muon
Spectroscopy	Inconsistent	0.8409(4)fm
Scattering	Inconsistent	N/A

Эксперименты по e/μ -рассеянию :

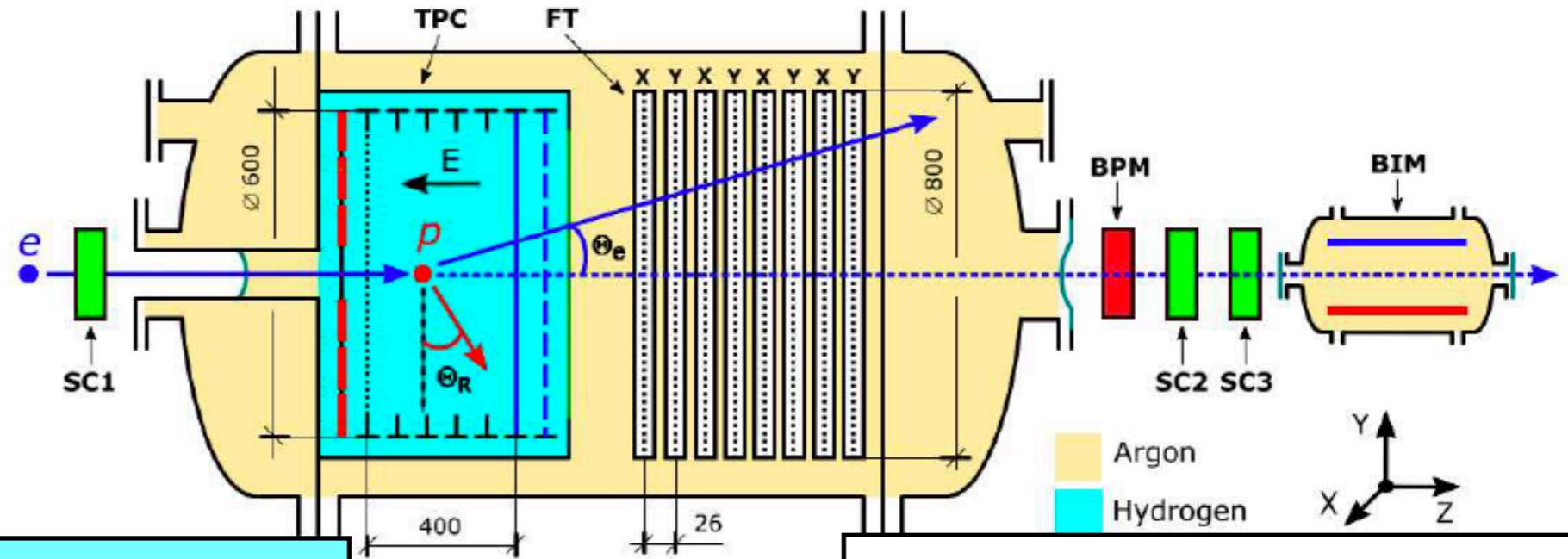
более высокий уровень точности и чистоты новых экспериментов

область более низких значений

измерение абсолютного сечения в единых экспериментальных условиях

→ **эксперимент ПРОТОН**
(идея А.А.Воробьева)

Прецизионные измерения сечения упругого ep - рассеяния с регистрацией протона отдачи в активной водородной мишени с высоким разрешением в области малой передачи импульса: $Q^2 \sim 0.001 - 0.04 \text{ GeV}^2$



Активная мишень (TPC):

водородная время-проекционная камера
высокого давления (20 бар)

- Главное преимущество:
независимое от энергии e – определение величины квадрата переданного импульса Q^2
- Измеряемые параметры:
энергия и угол вылета протона отдачи

Трековая система (FT):

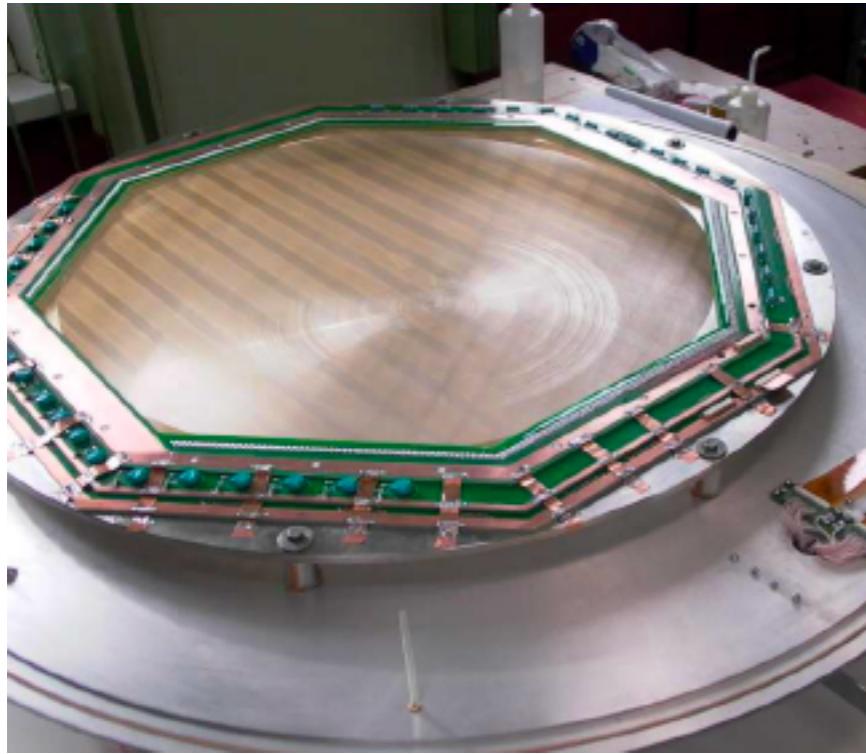
8 МПК с катодным съемом информации

- Назначение: восстановление трека рассеянного электрона
- Измеряемые параметры:
угол рассеянного электрона

ТРЕБОВАНИЯ: Стабилизация всех экспериментальных условий

давление, температура, концентрация газовых примесей;
однородность и стабильность электрического поля ТРС;
стабильность цепи формирования и усиления сигналов;
прецизионное измерение расположения анодных и катодных проволок.

Тестовые сеансы 2023 года



В 2022 году была собрана первая тестовая сборка.

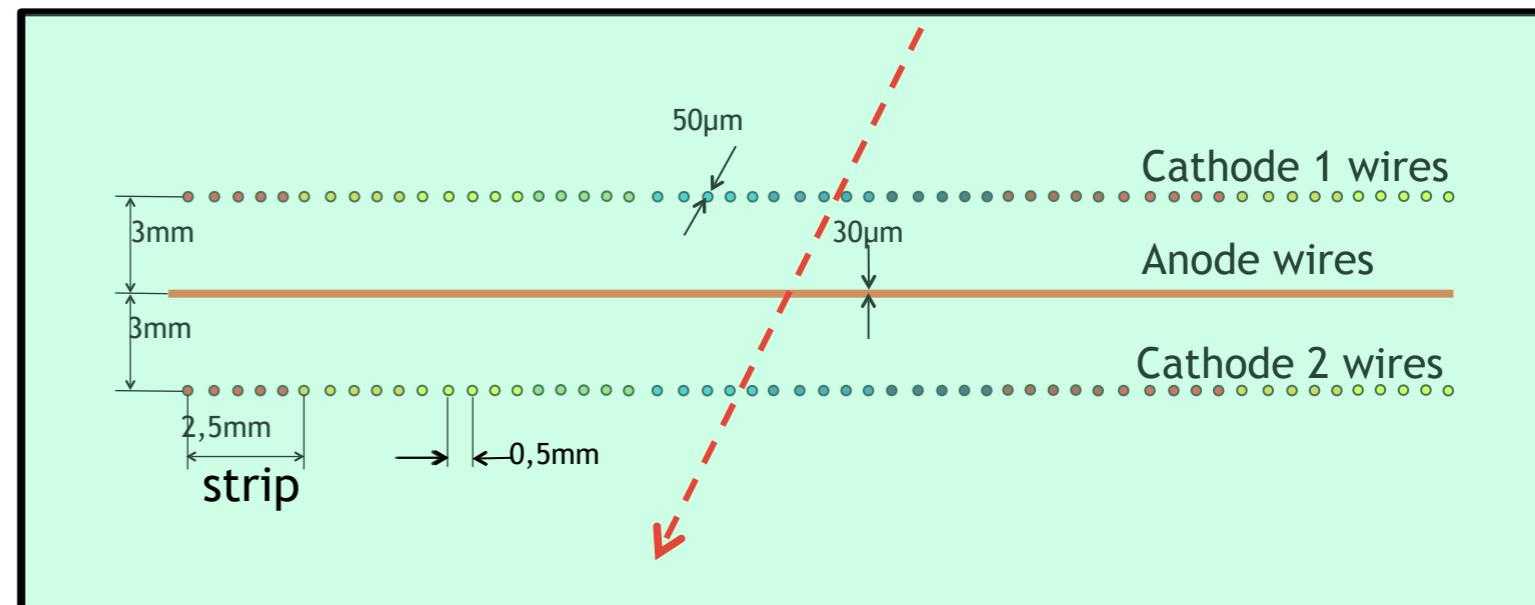
Разработка конструкции : А.А.Васильев, М.Е.Взнуздаев

Разработка камер: Б.В.Бочин, Г.Е.Гаврилов, С.М.Микиртычьянц

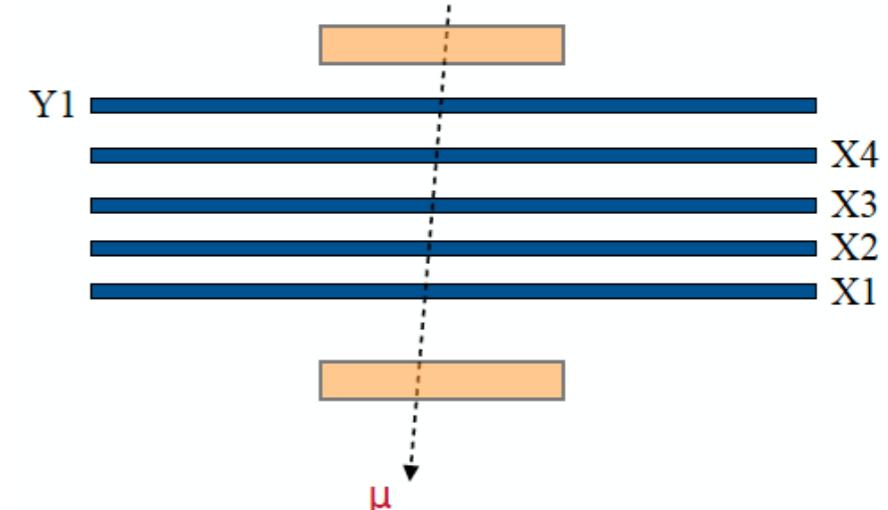
Газовая система+slow control+HV: Л.М.Коченда, П.А.Кравцов, В.А.Трофимов

Разработка электроники: П.В.Неустроев, В.И.Яцуря, Н.В.Грузинский,

Э.М.Спириденков



- Два тестовых сеанса
- 96%Ar+4%CH₄ P=1, 20 bar
- Cosmic trigger
- 5 пропорциональных камер: 4 X+1Y



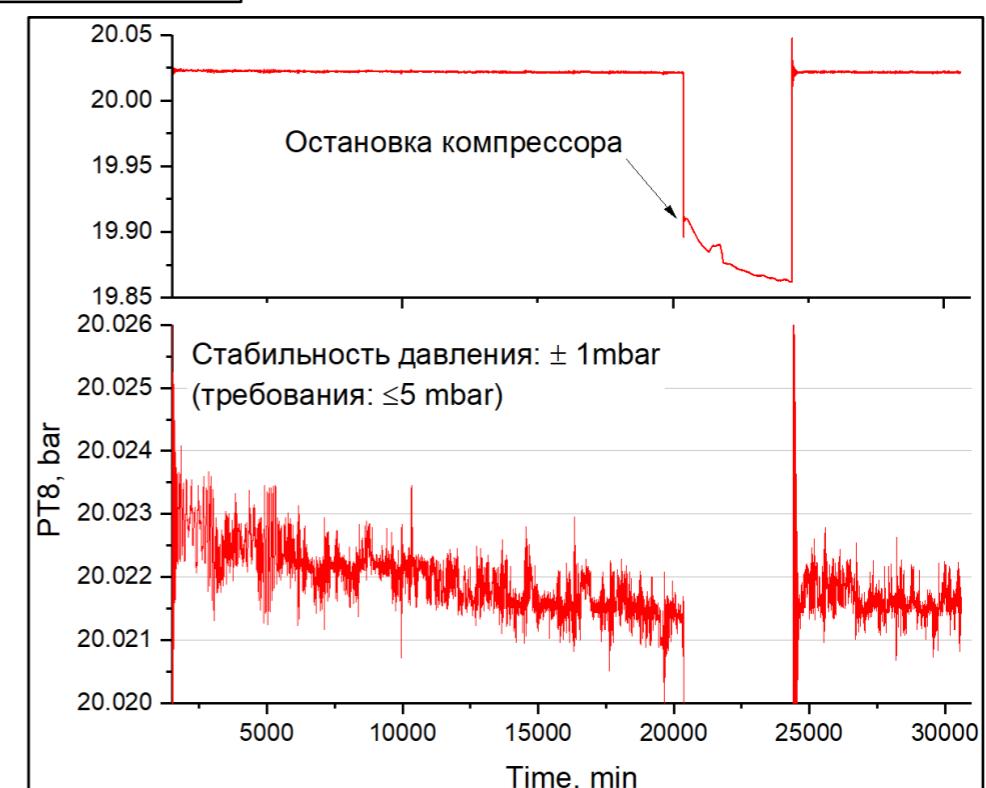
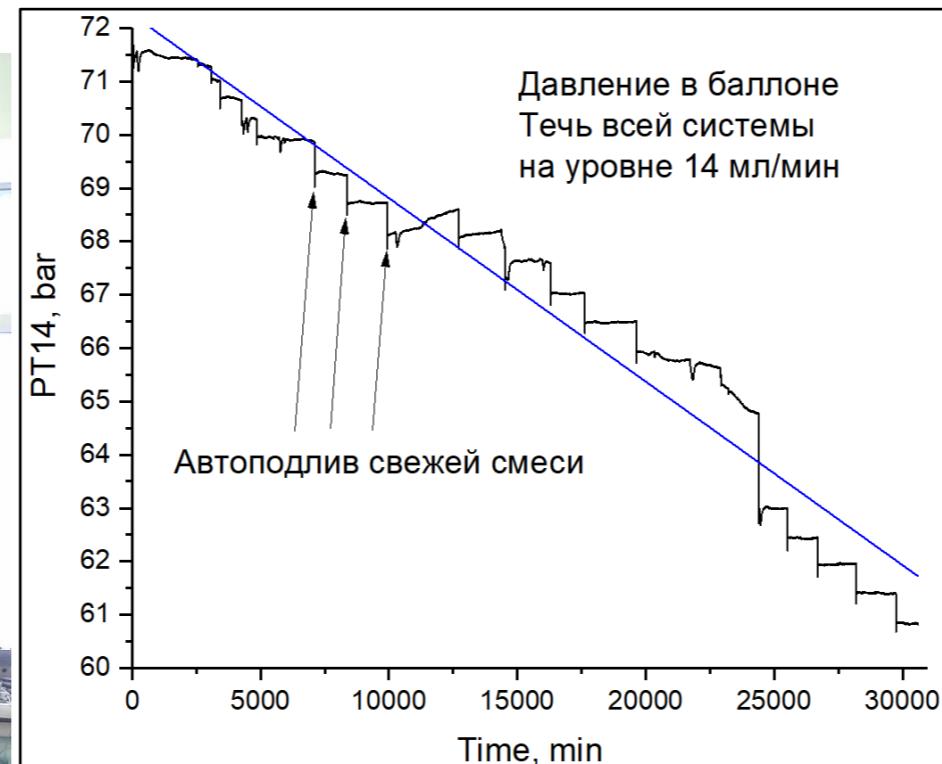


Выполненные работы 2024 года. Газовая система

Ганжа В. А.
Коченда Л.М.
Кравцов П.А.

Анализ данных 2023 показал:

при длительной работе нестабильность газовой смеси,
увеличение концентрации CO₂ и уменьшение CH₄ - в видимых количествах



В 2024 году :

- решена проблема изменения концентрации метана и CO₂ (нагрев блоков очистки)
- сделан автоматический подлив газа (течь в бустере)
- стабилизация давления на уровне 1 mbar



Выполненные работы 2024 года. Анализ данных

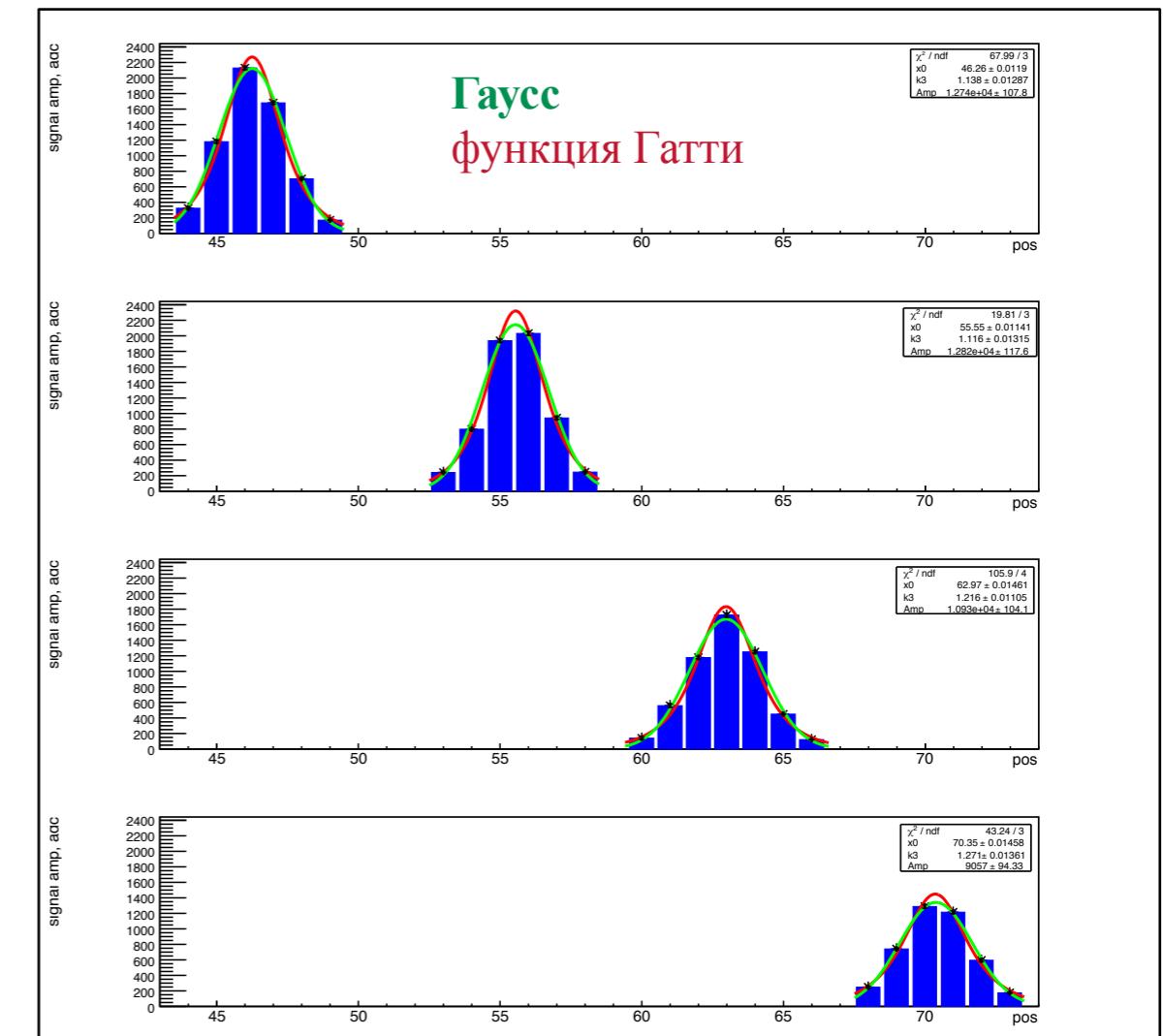
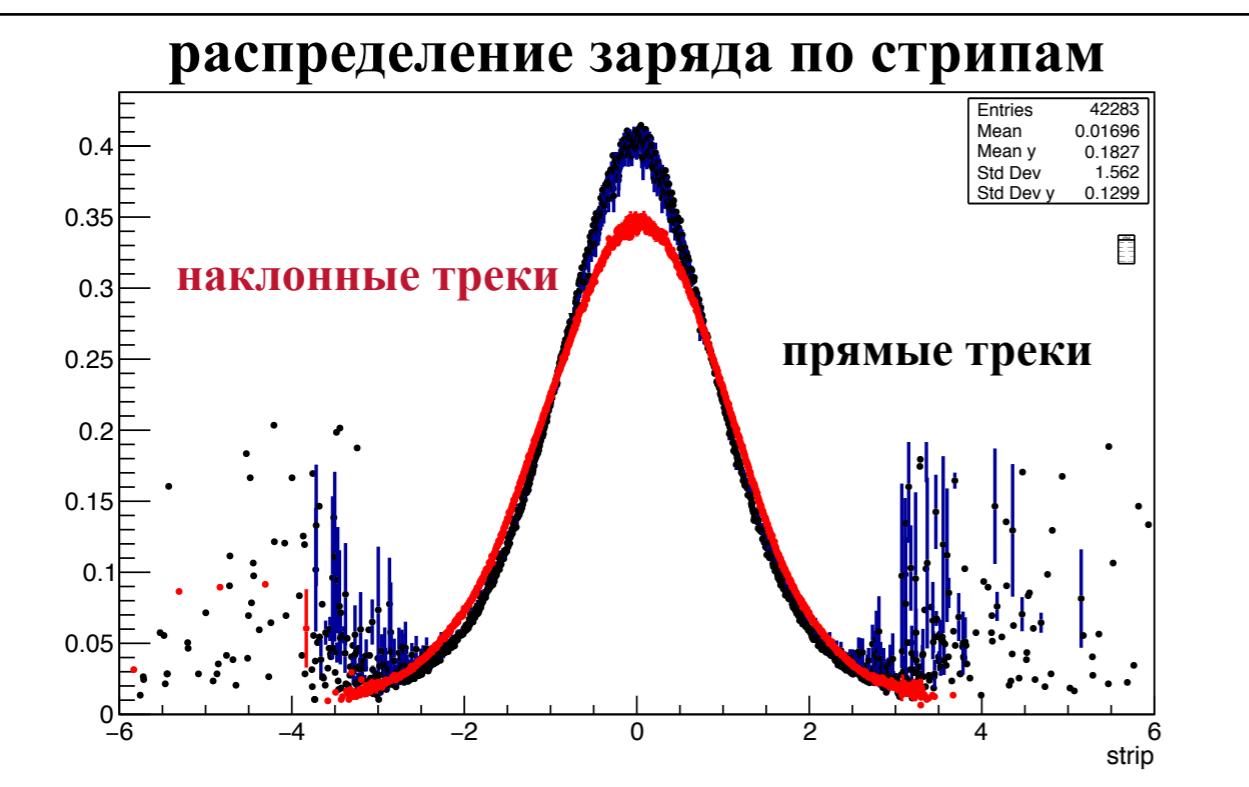
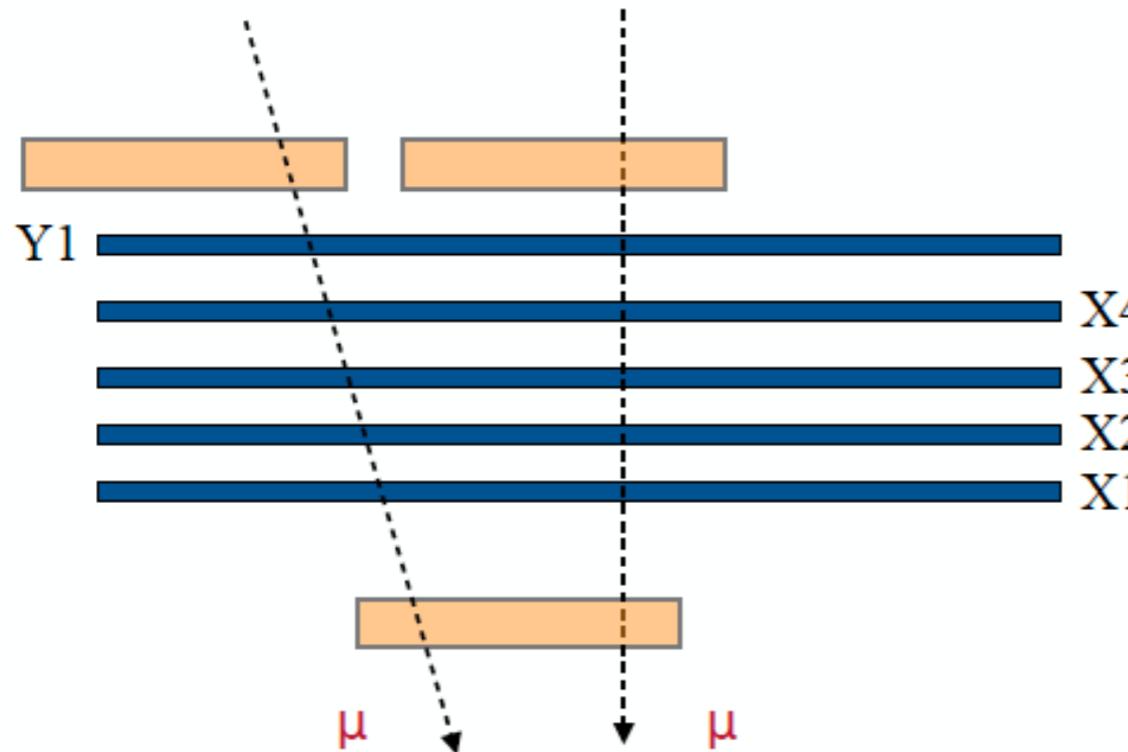
Смирнов И.Б.
Фотьев В.Д.

Анализ данных 2023 показал:

зависимость разрешения от угла частицы

дополнительная проверка областей камеры с проволочками переменной длины

неточная выстройка камер



В 2024 году :

- получены данные под углом 30 градусов
- два независимых анализа показали неточность выстройки камер
- предварительный результат по разрешению ПОСЛЕ выстройки 75 мкм
- получены данные с неточных катодов (анализ в 2025 году)

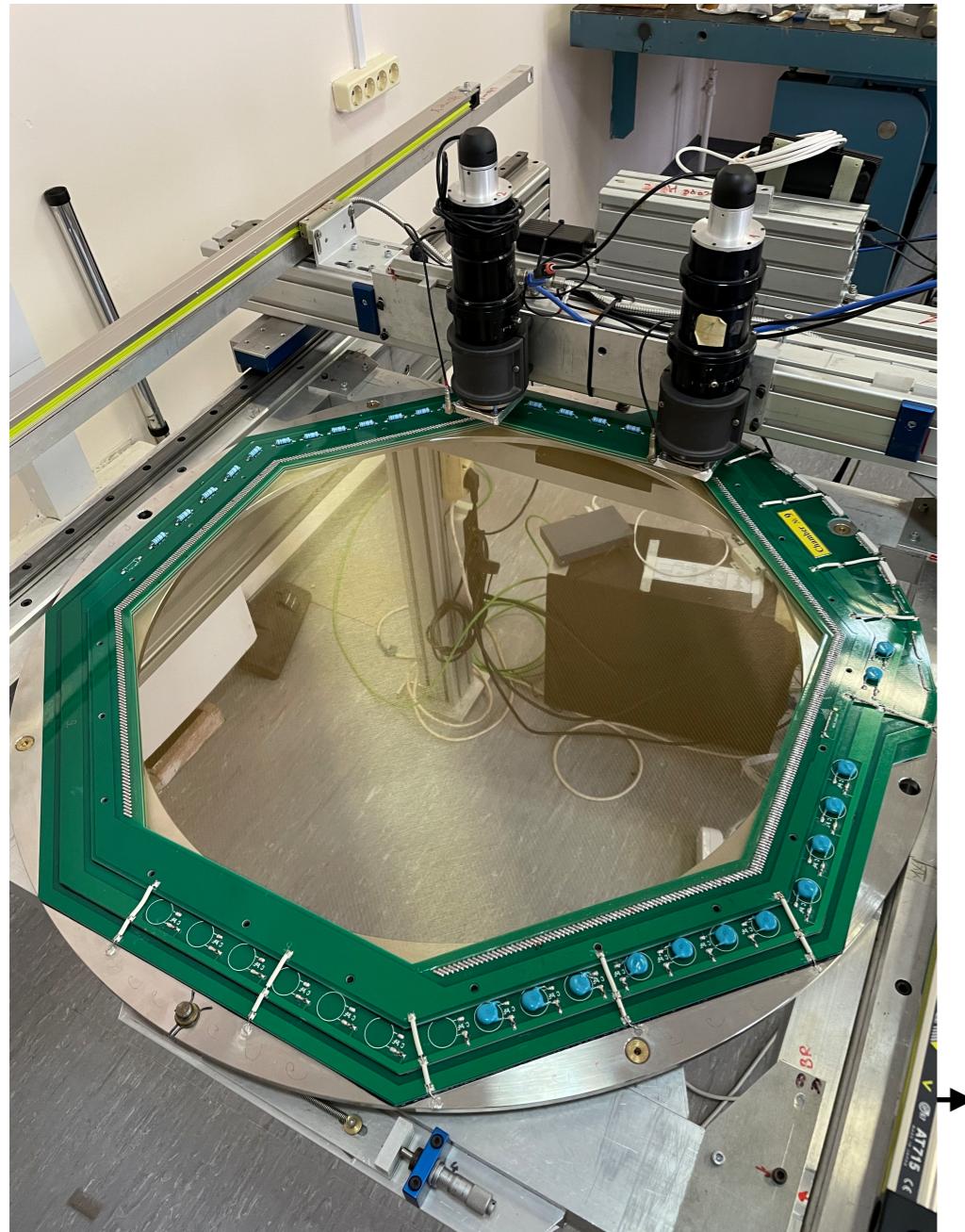


Выполненные работы 2024 года. Измерение положения проволочек.

Анализ данных 2023 показал:

камерное разрешение получено без учета реального положения проволочки

Бочин Б.В.
Кравцов П.А.
Филатов Г.В.



В 2024 году :

- установка (разработка С.М.Микиртычьянц) по прецизионному измерению положения проволочек восстановлена
- методика анализа восстановлена и доработана

Положение движущихся микроскопов
контролируется цифровыми линейками высокого разрешения (5 мкм)
Официальный сертификат института метрологии.

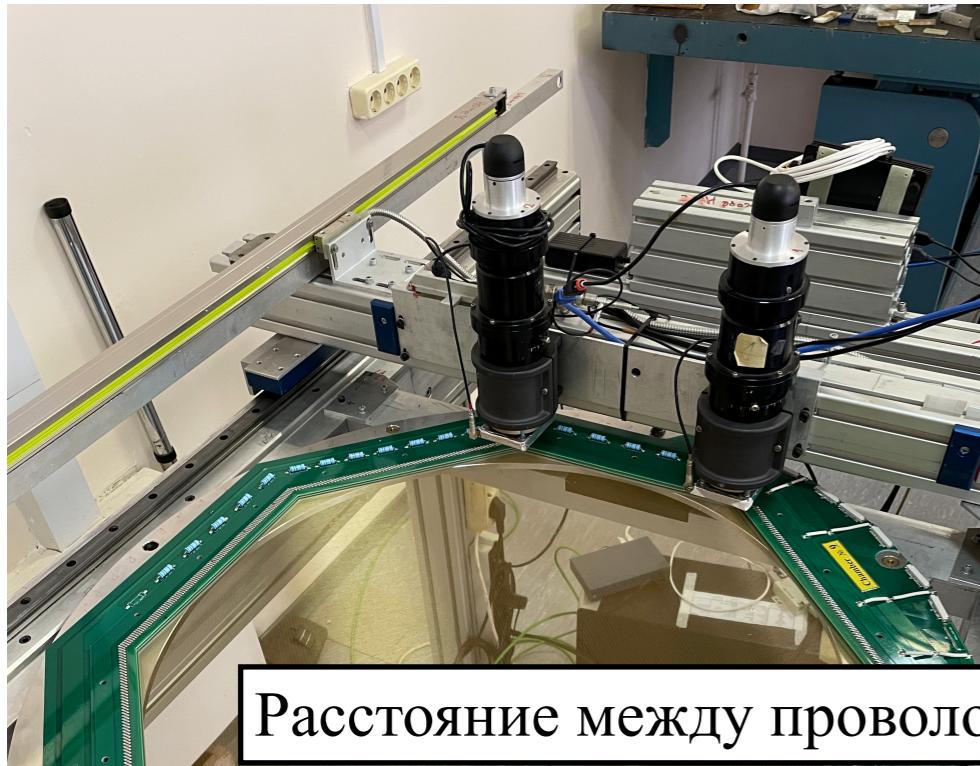


Выполненные работы 2024 года. Измерение положения проволочек.

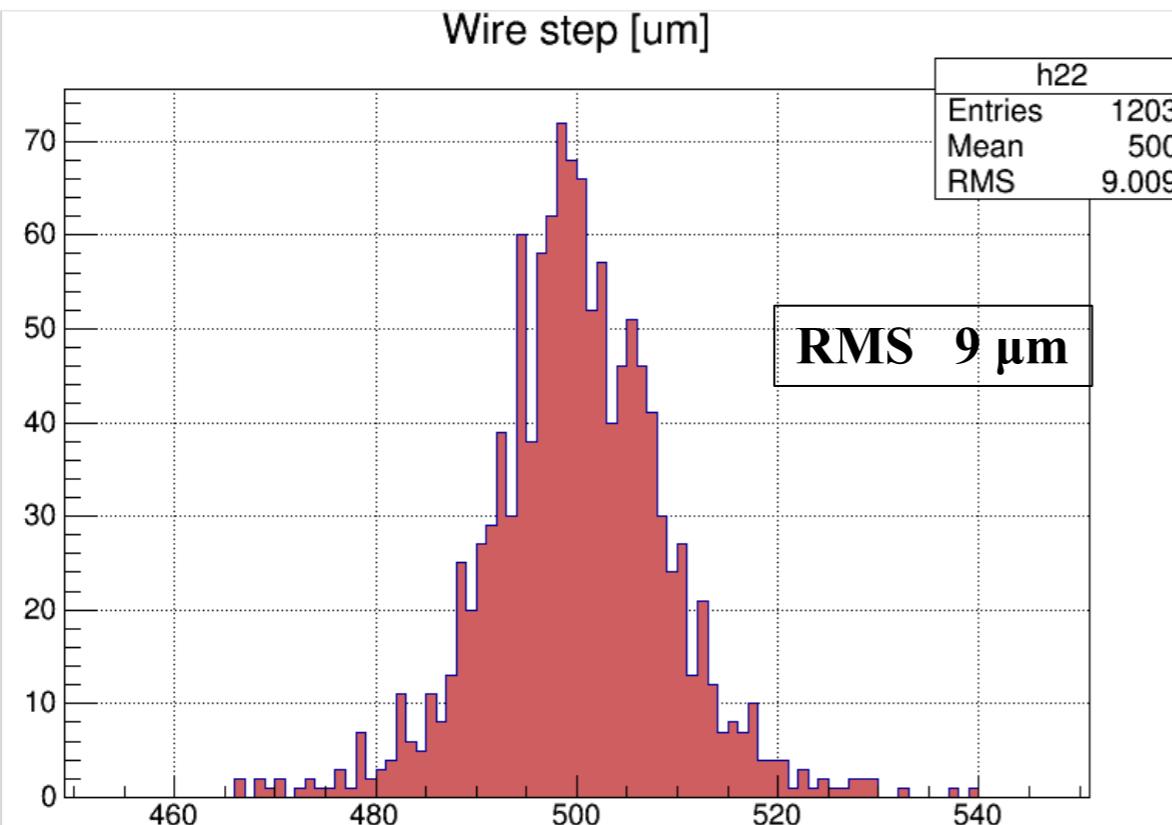
Анализ данных 2023 показал:

камерное разрешение получено без учета реального положения проволочки

Бочин Б.В.
Кравцов П.А.
Филатов Г.В.



Расстояние между проволочками



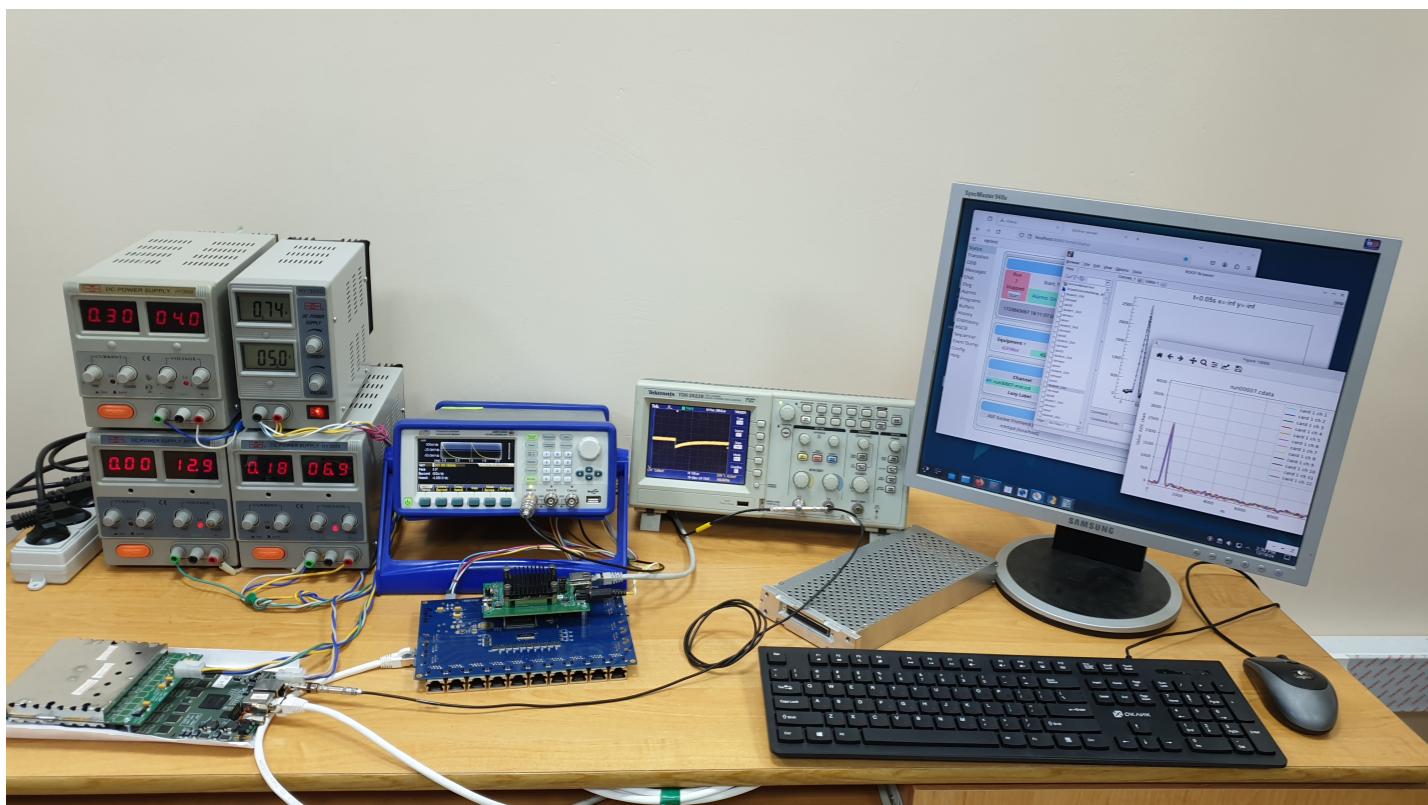
Анализ данных 2023 показал:

Считывающая электроника для трекера, включающая платы ASF48et и концентратор сбора данных ССВ12 показала устойчивую и надежную работу при длительных тестах детектора на космике.

Текущие задачи :

В стадии разработки находится двухуровневая система сбора данных, состоящая из

- концентратора верхнего уровня (мастера),
- концентраторов нижнего уровня для различных подсистем (трекера, ТРС, монитора пучка)
- подсистемы раздачи сигналов синхронизации, передачи команд управления с обеспечением одновременности (синхронности) их выполнения
- системы обмена сигналами состояния (статуса) и выработки сигнала триггера



В 2024 году :

- Создан стенд для тестирования работы подсистемы сбора данных с камеры ТРС, включая плату ASF12ep с разными предусилителями (разработка: Неустроев П.В. и Яцуря В.И.), и концентратор сбора данных ССВ12 (Яцуря В.И.).
- Разработано программное обеспечение для считывания, online - мониторинга и визуализации полученных данных на базе системы MIDAS.
- Запланировано тестирование данной электроники на существующей камере ТРС, предоставленной лабораторией барионной физики **А.Дзюба (след.доклад)**
- Выполнена закупка электронных компонентов для производства плат



Основные сложности. Электронный пучок

Дубна, конференция ЯДРО-2024

коллаборация FLAP

(электронный ускоритель до 200 МэВ (сейчас),
далее до 2 ГэВ)

А.Дзюба (след.доклад)

экскурсия на ЛИНАК-200
с А.Балдиным и В.Кобец



Программа физических экспериментов с
использованием метода активной мишени



Студенческая научная группа

СПбГТУ

Филатов Геннадий
Говалло Валерия
Зорков Денис
Климашова Юлия
Загуренко Юлия

СПбГУ

Фильберт Владислав

МГУ

Укладников Георгий

4 студента оформлены в ПИЯФ, 3 студента - на испытательном сроке.

В 2025 году 6 бакалаврских защит.

Работа ведется по всем направлениям:

- Оптимизирована газовая циркуляционная система
- Проведено два тестовых сеанса на космике
- Запущена установка по прецизионному измерению положения проволочек
- Выполнена закупка электронных компонентов для недостающей электроники
- Создана студенческая научная группа
- Ведутся переговоры о возможном сотрудничестве и проведении работ на электронном ускорителе в Дубне

В 2025 году планируется:

- Изготовление и тестирование 5 пропорциональных камер
- Изготовление недостающей электроники
- Анализ космических данных 2024 года.
- Полная сборка трековой системы и проведение сеанса на космике
- Разработка методики выстройки камер



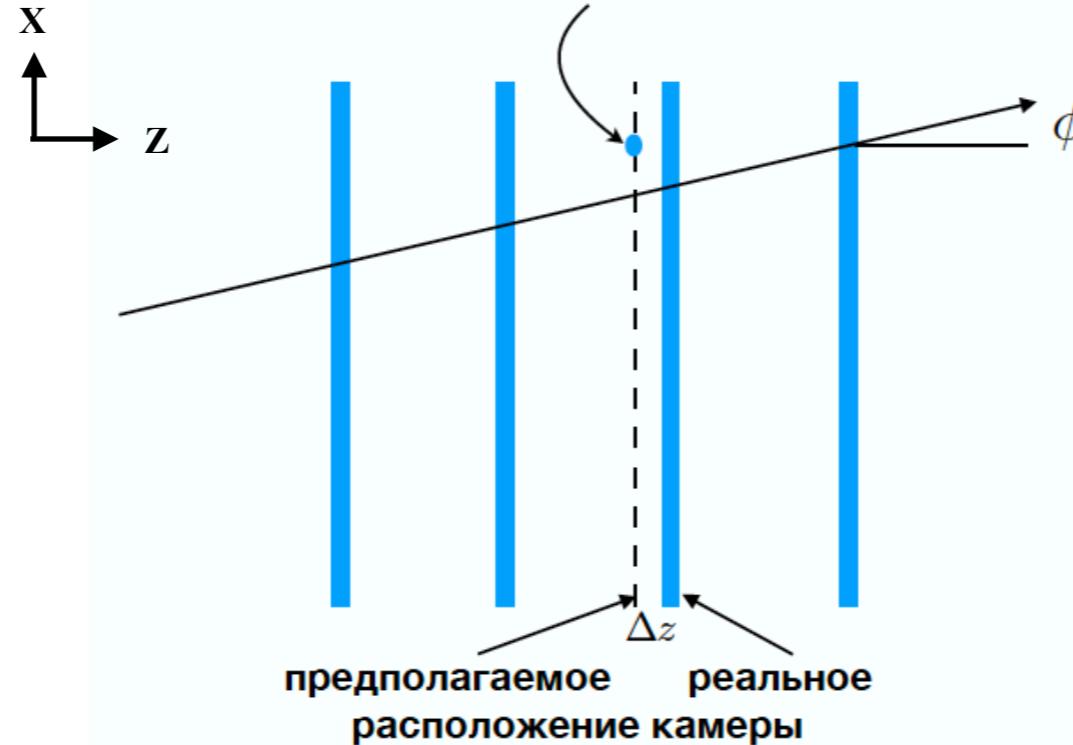
Спасибо за внимание!





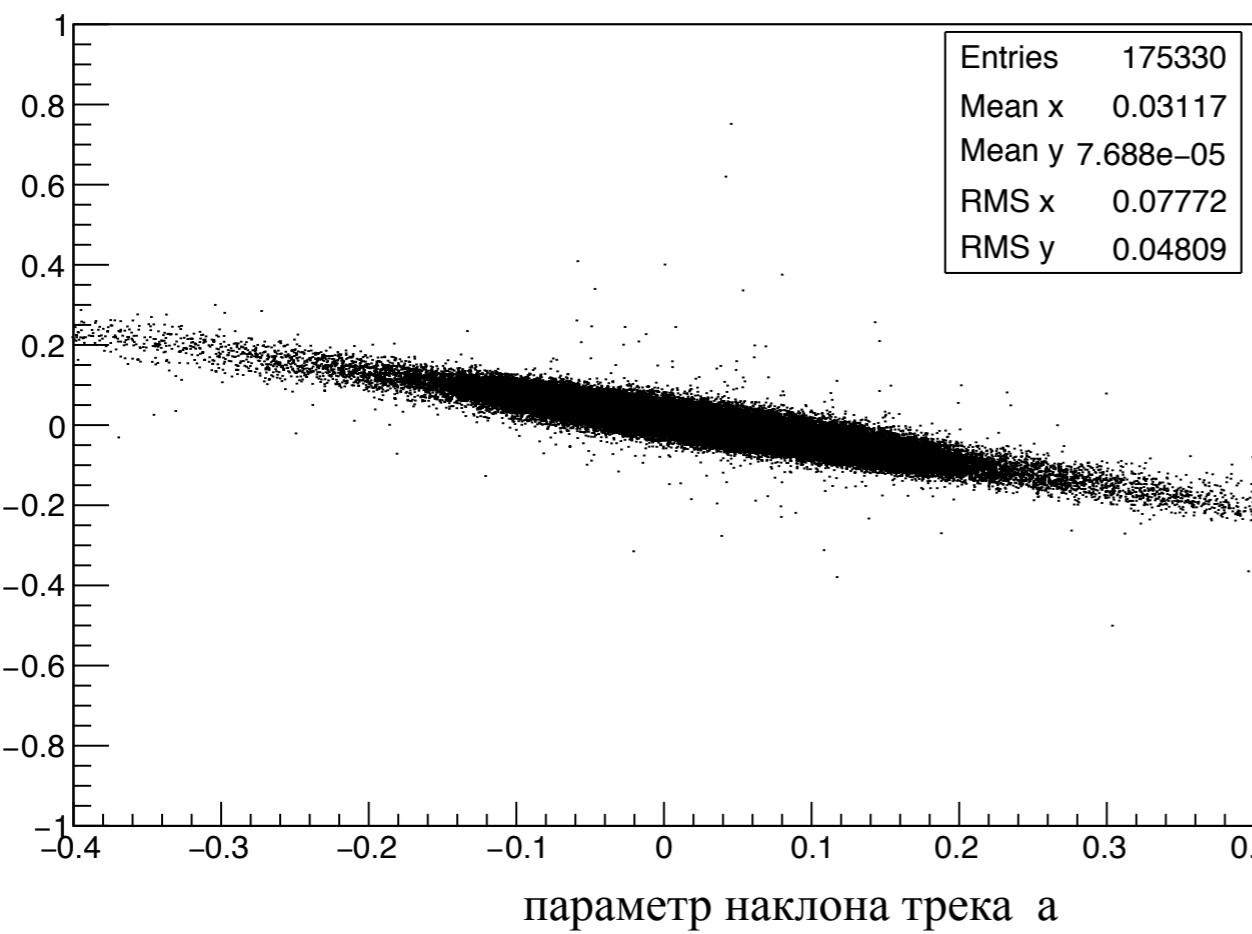
Дополнительные слайды

экспериментально измеренное расположение хита



без выстройки камер

Residual



после выстройки камер

