

**Сессия Ученого Совета ОФВЭ**

# **Эксперимент УА9**

**Ю.М.Иванов**

**24 декабря 2021**

# **О вкладе Алексея Алексеевича Воробьева в развитие исследований по каналированию заряженных частиц в кристаллах**

- 1982 – объемный захват (Сумбаев, Самсонов и др.) – трековый детектор, эксперты
- 1990 – прецессия спина в изогнутых кристаллах (Самсонов и др.) – E761
- 1991 – фокусировка изогнутым кристаллом в ИФВЭ (Смирнов, Котов, Чесноков и др.)
- 1993 – вывод пучка из Тэватрона (Самсонов, Ханзадеев и др.) - E853
- 1998 – многооборотный вывод кристаллом в ИФВЭ (Котов, Чесноков, Иванов и др.)
- 2005 – объемное отражение (Иванов и др.) – синхроциклотрон ПИЯФ
- 2006 – H8-RD22 в ЦЕРН
- 2009 – UA9 в ЦЕРН
- 2015 – каналирование протонов и ионов в LHC
- 2018 – экранирование кристаллом электростатического септума медл. вывода из SPS
- 2022 – кристаллическая коллимация ионных пучков LHC



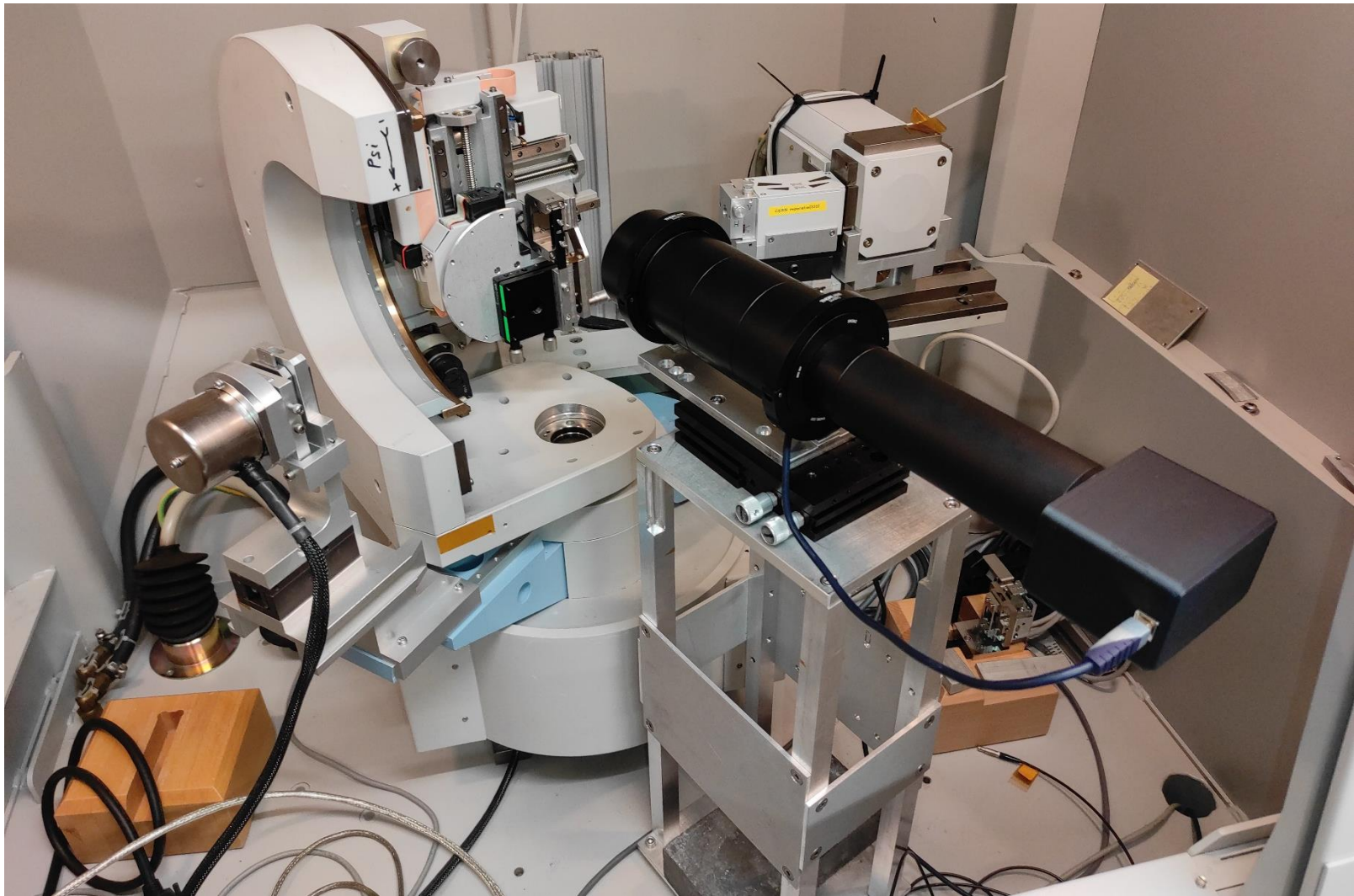
## Работы в рамках Соглашения ПИЯФ-ЦЕРН о Сотрудничестве по коллимации ионных пучков LHC в 2021 году

- Разработано, изготовлено и протестировано 6 кристаллических дефлекторов для LHC коллимации в соответствии со спецификациями ЦЕРН.
- Осуществлена отправка кристаллических дефлекторов в ЦЕРН.
- Кристаллические дефлекторы исследованы с помощью рентгеновских дифрактометров в ПИЯФ и ЦЕРН.
- Исследована эффективность каналирования кристаллических дефлекторов на выведенном пучке 180 ГэВ/с пи-плюс мезонов в канале H8 SPS в сентябре 2021.
- Выполняются работы по изготовлению 6 новых кристаллических дефлекторов для отправки в ЦЕРН в апреле 2022.

Первые шесть кристаллических дефлекторов, подготовленных в рамках Соглашения ПИЯФ-ЦЕРН о Сотрудничестве по коллимации ионных пучков ЛНС в 2021 году



# Исследование кристаллических дефлекторов на рентгеновском дифрактометре в ЦЕРН в июне 2021.

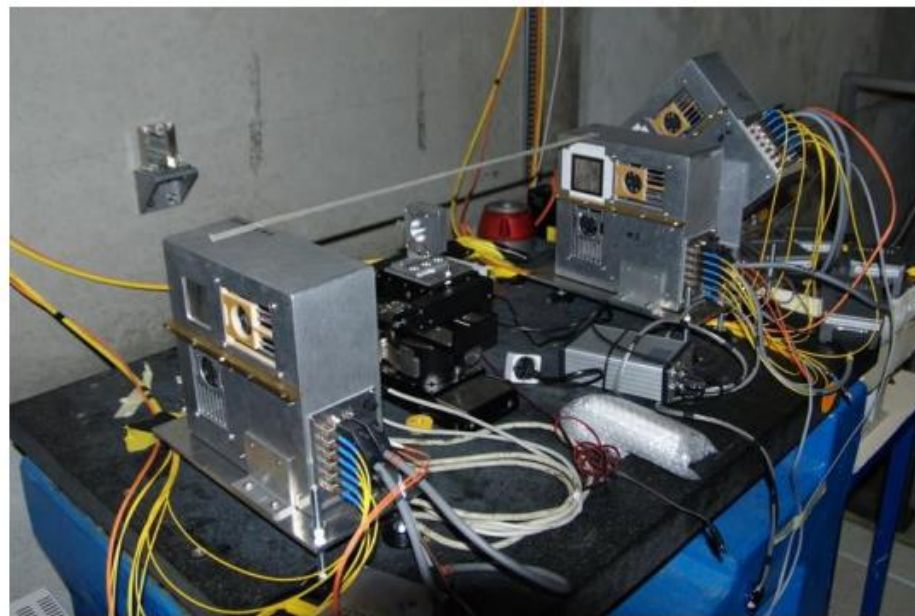
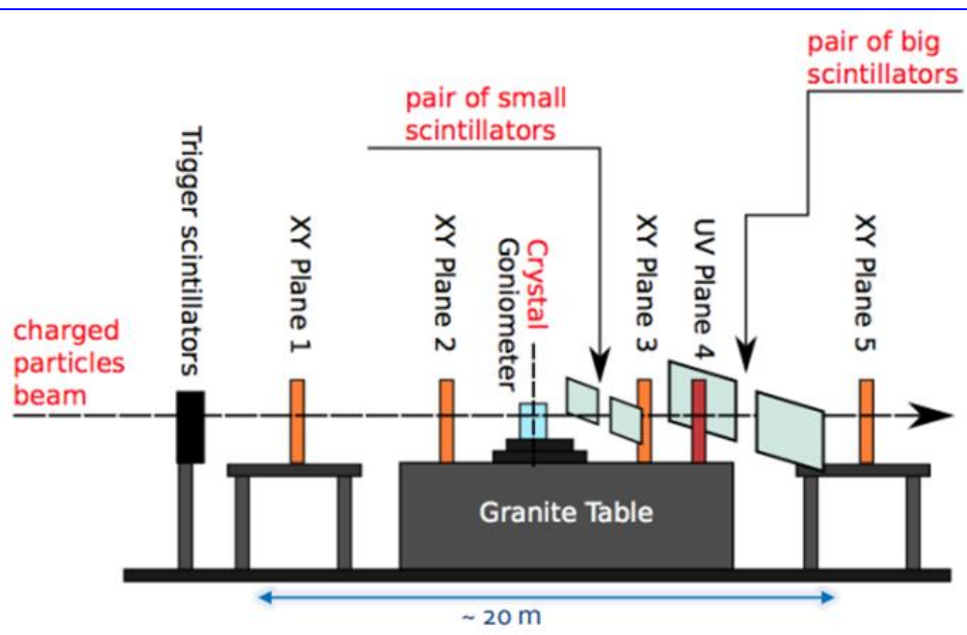


24.12.2021

Ученый Совет ОФВЭ ПИЯФ

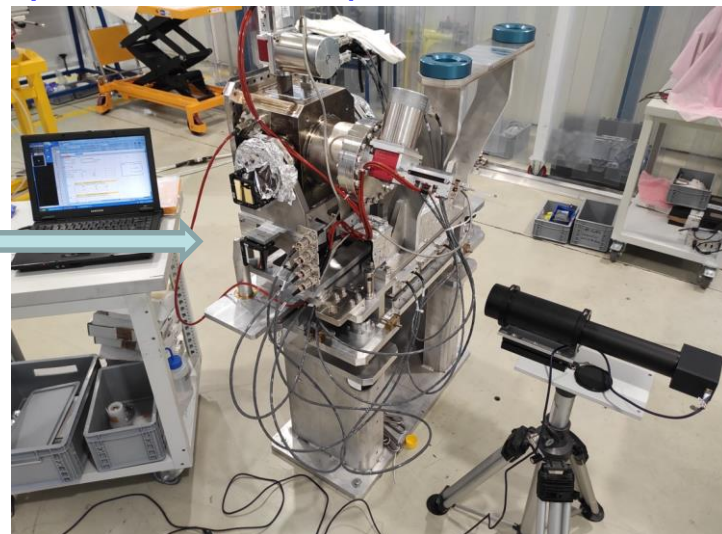
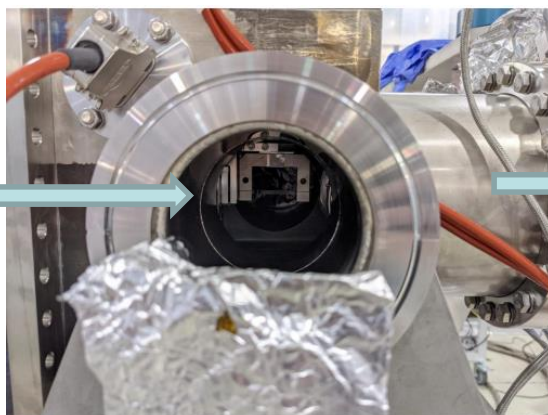
6

Исследование кристаллических дефлекторов на выведенном пучке  
180 ГэВ/с пи-плюс мезонов в канале H8 SPS в ЦЕРН в сентябре 2021.



## Сборка и юстировка кристаллических станций в ЦЕРН для коллимации LHC

- Спроектированы и изготовлены компоненты для взаимной оптической юстировки кристалла и гониометра.
- На основе данных измерений выбраны кристаллы для монтажа внутрь двух кристаллических станций.
- Выполнена установка и юстировка кристалла, проведена калибровка системы движения кристалла.
- Проведена калибровка ориентирования кристалла до и после обезгаживания вакуумной камеры гониометра температуре при  $+250^{\circ}\text{C}$ .
- Два гониометра с кристаллами установлены на оба пучка LHC в ноябре 2021.



24.12.2021

Ученый Совет ОФВЭ ПИЯФ

8



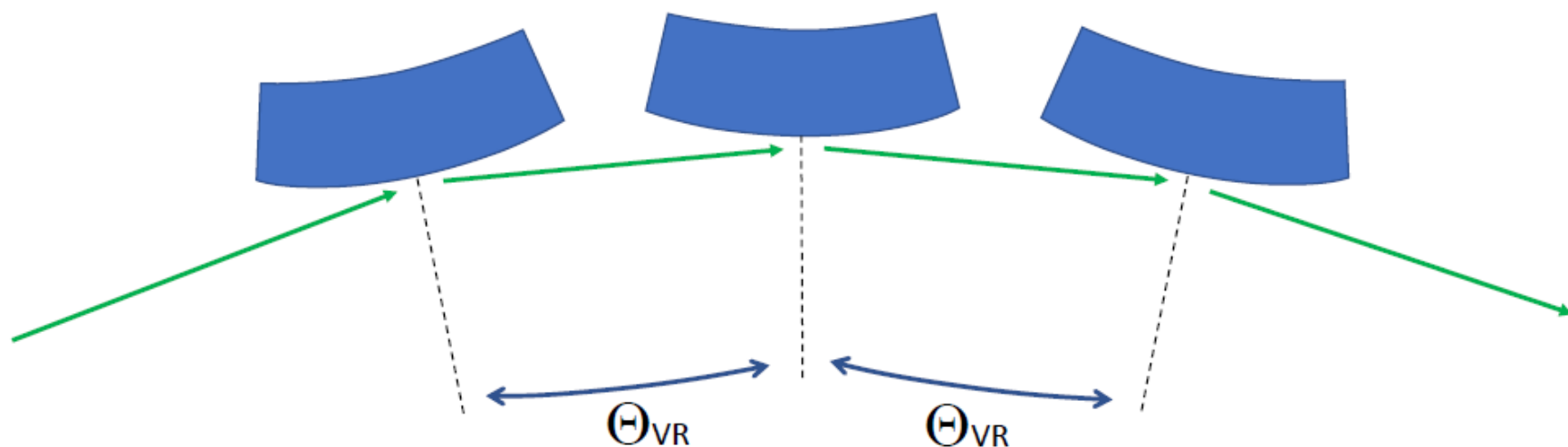
## Работы в рамках Соглашения ПИЯФ-ЦЕРН о Сотрудничестве по медленному выводу с помощью кристаллов из SPS в 2021

- Разработана технология и выполняется изготовление одиночных кристаллов для системы вывода SPS в соответствии со спецификациями ЦЕРН.
- Ведутся разработки и исследования для создания мульти-кристаллического дефлектора с многократным объемным отражением для системы вывода SPS.
- Оформляются разрешительные документы для отправки первых трех дефлекторов в ЦЕРН в феврале 2022.

# Оптимальная компоновка мульти-кристалла

Обеспечение доворота каждого последующего кристалла на угол  $\Theta_{VR}$ :

- SPS 180 GeV:  $\Theta_{VR} = \sim 18 \text{ urad}$
- SPS 450 GeV:  $\Theta_{VR} = \sim 12 \text{ urad}$
- LHC 6500 GeV:  $\Theta_{VR} = \sim 3.5 \text{ urad}$



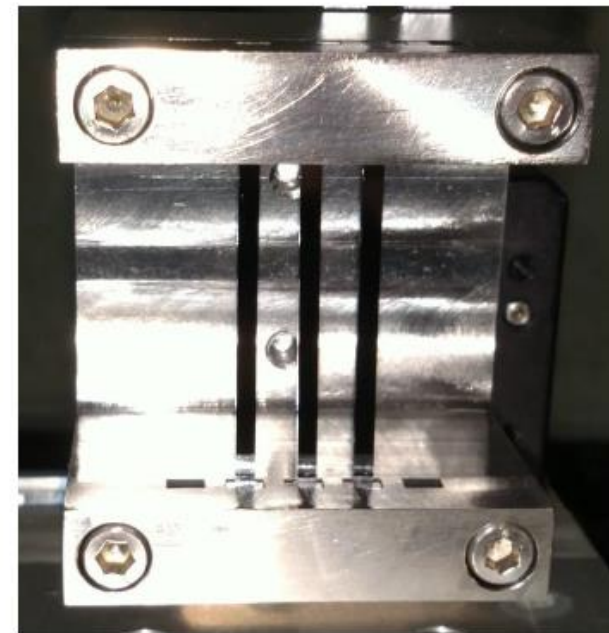
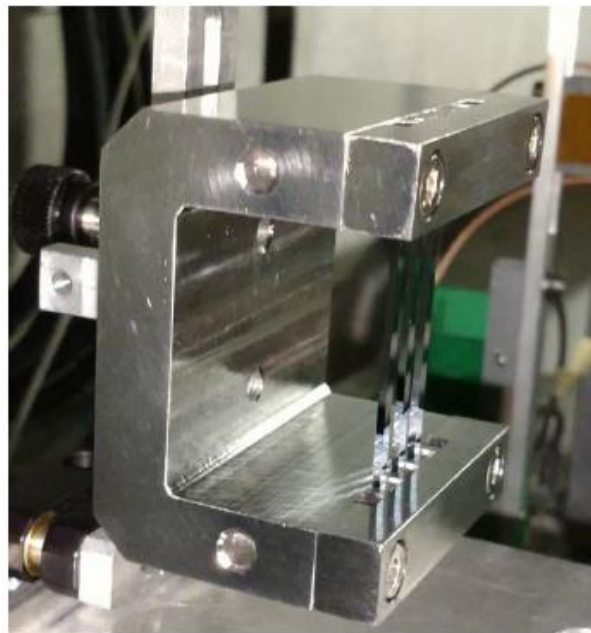
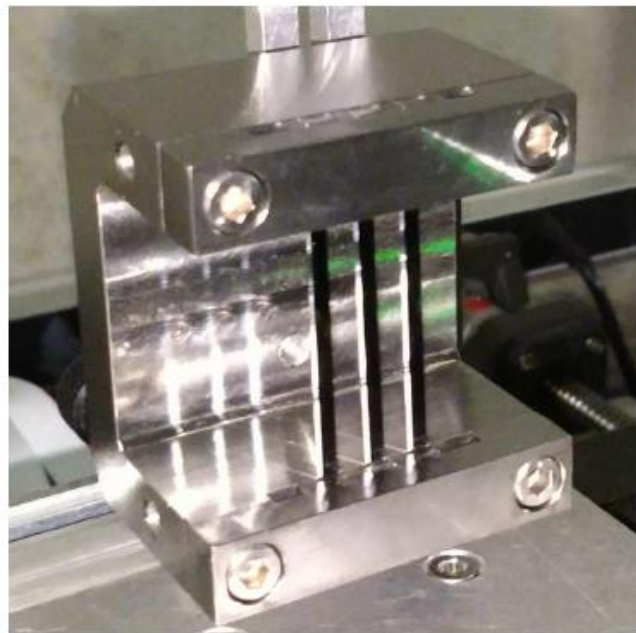
Суммарный угол отклонения мультикристалла:

$$3 \text{ Crystals} = 3 \cdot \Theta_{VR}$$

# Мульти-кристаллическая сборка

## Основные характеристики:

- Монолитный дизайн без регулирующих винтов
- Высокая стабильность изделия при нагреве до 250°C
- Идентичность изгиба отдельных кристаллов



## Обязательства по Соглашениям ПИЯФ -ЦЕРН

- Отправить в ЦЕРН 3 кристаллических устройства для медленного вывода SPS - февраль 2022
- Отправить в ЦЕРН 6 кристаллических устройств для коллимации LHC - апрель 2022
- Отправить в ЦЕРН 3 кристаллических устройства для медленного вывода SPS - август 2022
- Отправить в ЦЕРН 2 кристаллических устройства для медленного вывода SPS - апрель 2023

## Обязательства по УА9

- Разработать и предоставить для исследований 2-3 кристаллических устройства ежегодно в течение 2022-2026
- Участие в подготовке аппаратуры и измерениях в ЦЕРН ежегодно в течение 2022-2026
- Участие в обработке и анализе данных ежегодно в течение 2022-2026

## Возможные обязательства по Соглашению РФ - ЦЕРН

- Подготовить производство и тестирование кристаллических станций LHC - 2022
- Отправить в ЦЕРН 2 кристаллических станции для коллимации LHC - 2023
- Отправить в ЦЕРН 2 кристаллических станции для коллимации LHC - 2024
- Отправить в ЦЕРН 2 кристаллических станции для коллимации LHC - 2025
- Отправить в ЦЕРН 2 кристаллических станции для коллимации LHC - 2026

**Спасибо за внимание  
и  
С Новым Годом !**