



Использование изогнутых кристаллов для пучков на синхроциклотроне ПИЯФ (SPS и LHC)

Ю. М. Иванов

Сессия Ученого Совета ОФВЭ ПИЯФ, 23 декабря 2025

«От активности каждого ... зависит будущее Отделения» - О.Л. Федин

Будущее Отделения сильно зависит **от стабильной работы СЦ-1000.**

Для получения новых результатов физикам нужно несколько раз в год выходить на пучок.

На 2026 год в общей сложности физиками ОФВЭ запрошено **100 дней** (2400 часов), из них:

- 80 дней при интенсивности менее 10^6 протонов

- 10 дней при интенсивности 10^{12} протонов для получения π -пучка

- 10 дней при интенсивности 6×10^{12} протонов для получения μ -пучка

В 2025 году ускоритель выдавал протоны не более **50 дней** (1200 часов) **из-за поломок.**

Системы ускорителя, требующие **ремонта или замены:**

- водяное охлаждение (насосы, трубы)

- вакуумная система (насосы, трубы, камера СЦ-1000, камера СП-40, пучковые тракты)

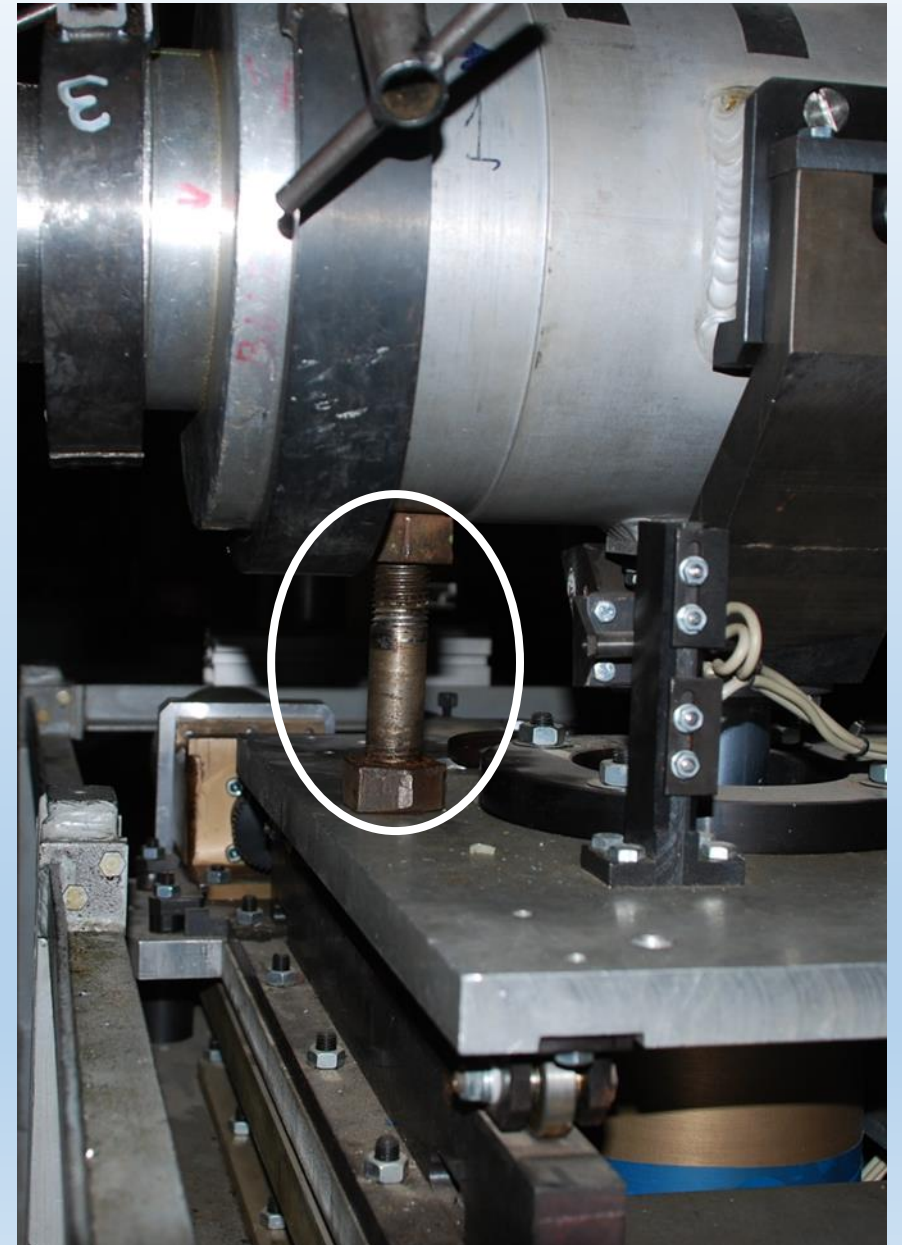
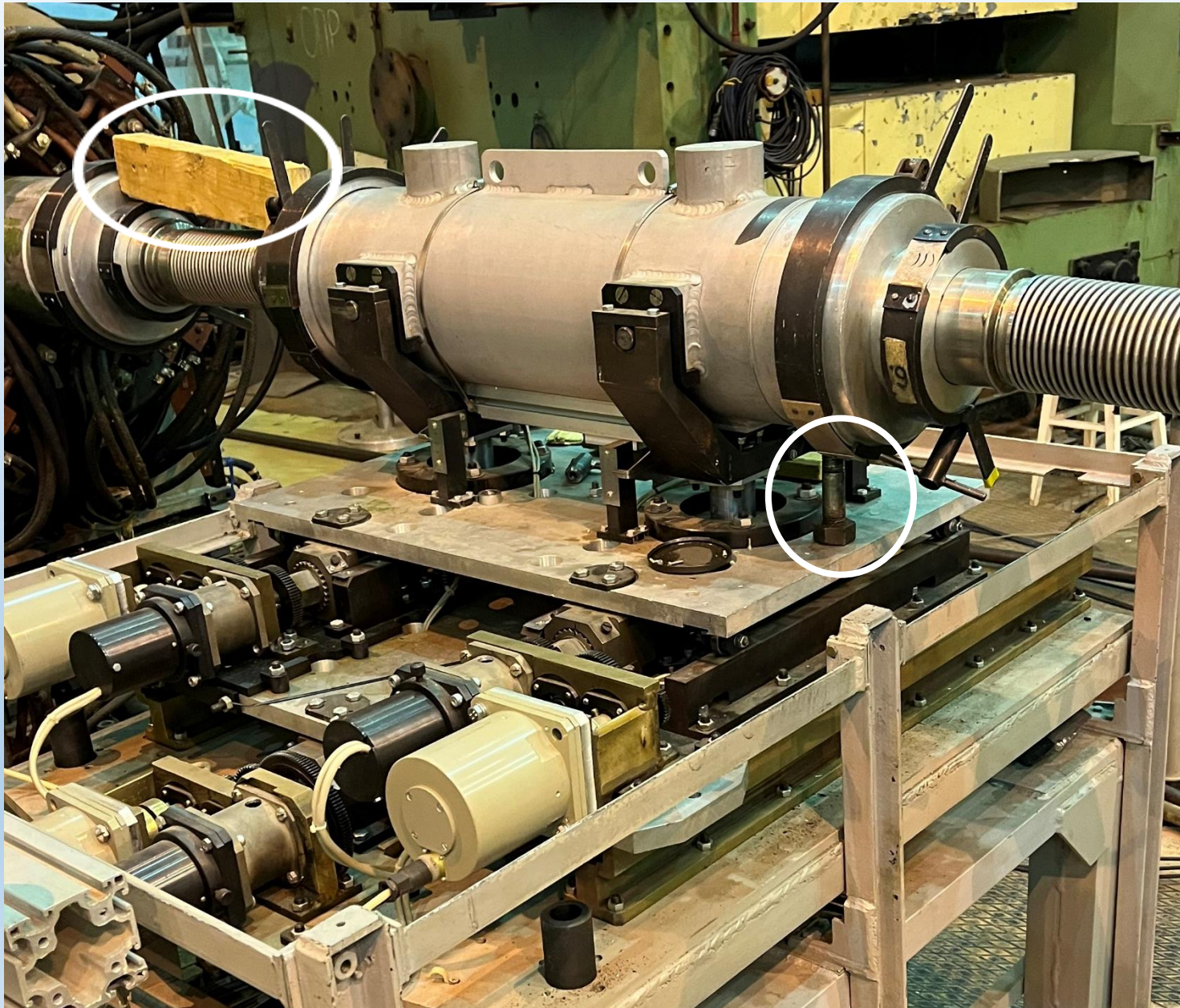
- вариатор (замена на современный источник высоковольтного питания дуантов)

- растяжка (замена на современный источник высоковольтного питания С-электрода)

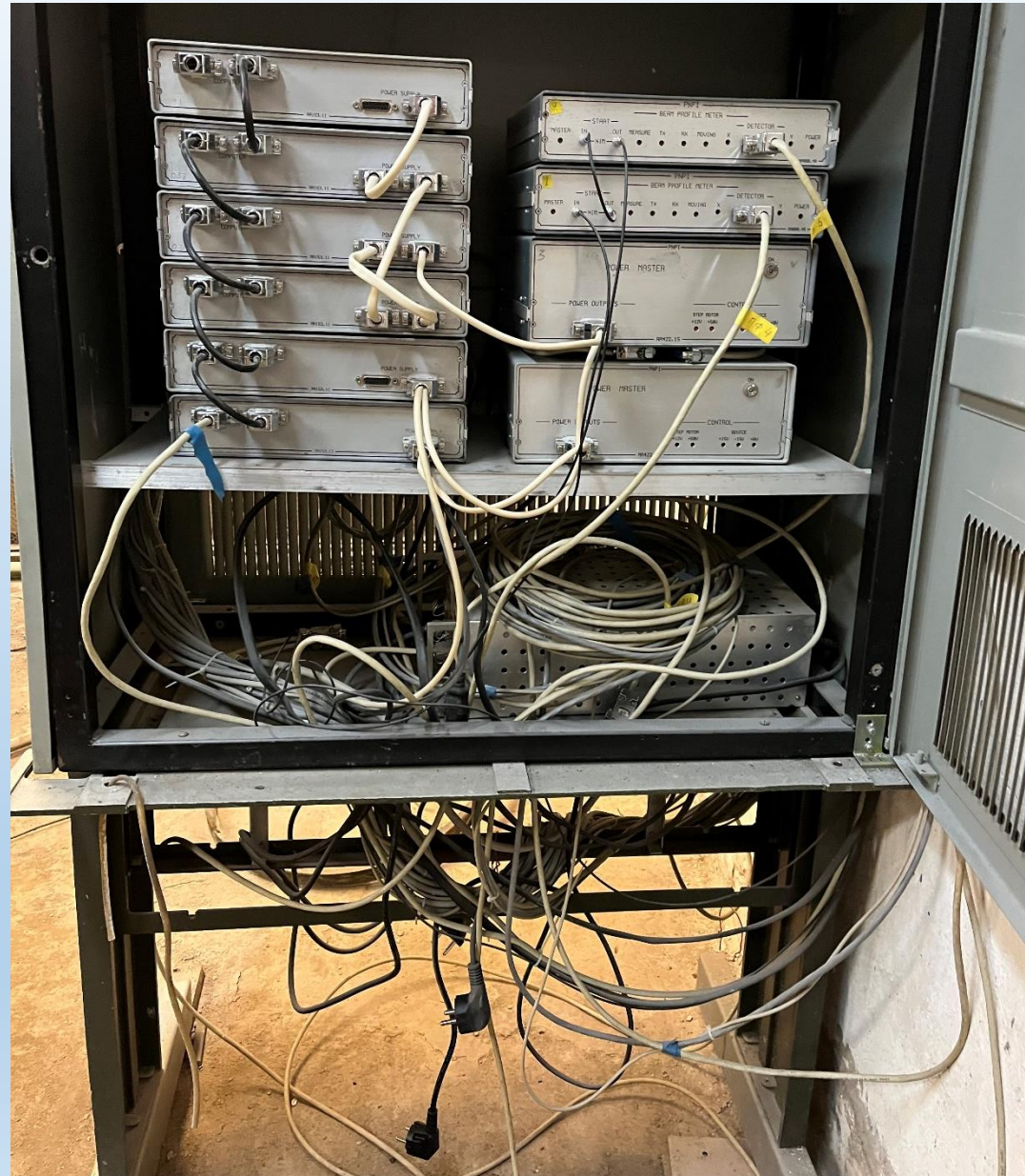
- коллиматоры, мишени (механика, управление перемещениями)

- диагностика пучков (электроника, управление перемещениями)

Примеры: коллиматор в экспериментальном зале



Управление перемещениями коллиматора и профилометров



Примеры: мишень и коллиматор в Главном зале



Повседневные заботы СЦ-1000

Не оплатить расходы на требуемые материалы и оборудование:

пример – гелиевый течеискатель

Не хватает людей для выполнения работ:

пример – в радиотехническом отделе сейчас 2 чел. (было 27)

Не хватает людей для организации полноценных ускорительных смен:

пример – сейчас работают 2 смены (было 6 смен)

О финансировании СЦ-1000

Текущее финансирование СЦ-1000 не позволяет решать кадровые и материально-технические вопросы.

Программа ОФВЭ и УО с запросом 700 млн руб. на поддержку ускорителя и физических установок находится в подвешенном состоянии.

Возможно, запрос на поддержку существующей старой машины можно **усилить, если предложить проект глубокой модернизации ускорителя**, например:

- ускорение протонов до произвольной энергии от 100 до 1000 МэВ

- ускорение ионов

- новые выведенные пучки

- одновременная работа малоинтенсивных пучков

Работы по каналированию в ПИЯФ в 2025 году

Развитие и улучшение программы моделирования взаимодействия протонов высоких энергий с кристаллами.

Расчеты оптимальных параметров кристаллов для получения пучков.

Подготовка прототипов кристаллических дефлекторов.

Изучение и расчеты возможных схем вывода пучка из камеры синхроциклотрона СЦ-1000.

Результаты доложены на конференциях “Nucleus-2025”, “RuPAC 2025”, “Open Science 2025”.

Работы по каналированию в ЦЕРН

В 2023 году была реализована система кристаллической коллимации ионных пучков LHC.

В 2024 году обработаны данные мониторов потерь и проведен анализ, подтвердивший существенное снижение потерь в кольце коллайдера.

В 2025 году результаты опубликованы в журнале Phys. Rev. AB.

PHYSICAL REVIEW ACCELERATORS AND BEAMS **28**, 051001 (2025)

Crystal collimation of heavy-ion beams at the Large Hadron Collider

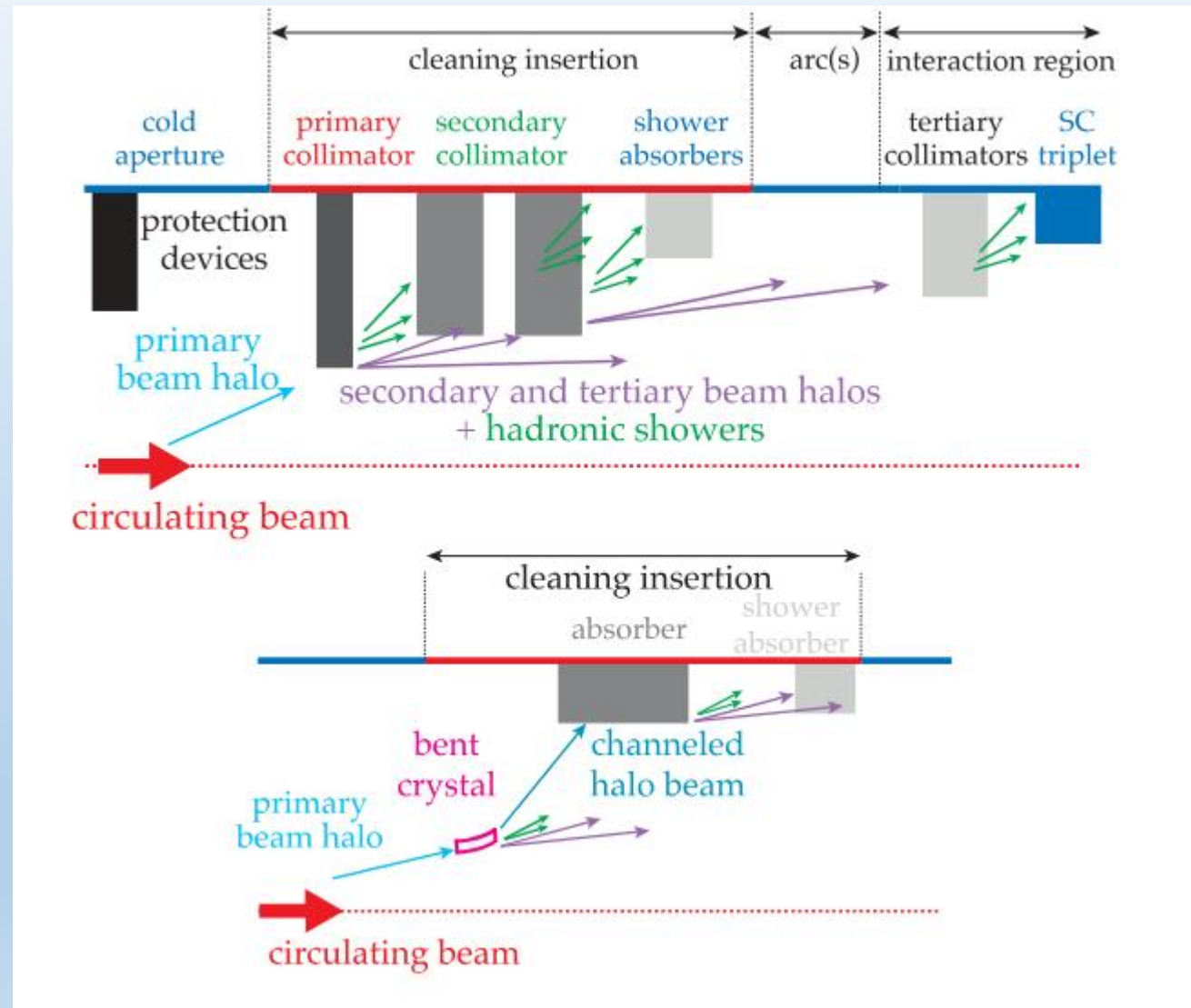
S. Redaelli^{1,*} O. Aberle,¹ A. Abramov¹ R. Bruce¹ R. Cai,^{1,2} M. Calviani¹
M. D'Andrea¹ Q. Demassieux,¹ K. Dewhurst¹ M. Di Castro,¹ L. S. Esposito¹
S. Gilardoni,¹ P. D. Hermes¹ B. Lindström¹ A. Lechner,¹ A. Masi,¹ E. Matheson,¹
D. Mirarchi¹ J.-B. Potoine,¹ G. Ricci¹ V. Rodin¹ R. Seidenbinder¹ S. Solis Paiva,¹
L. Bandiera,³ V. Guidi³ A. Mazzolari,³ M. Romagnoni³ M. Tamisari³
Y. Gavrikov¹, and Y. Ivanov¹

¹*CERN, European Organization for Nuclear Research, CH-1211 Geneva 23, Switzerland*

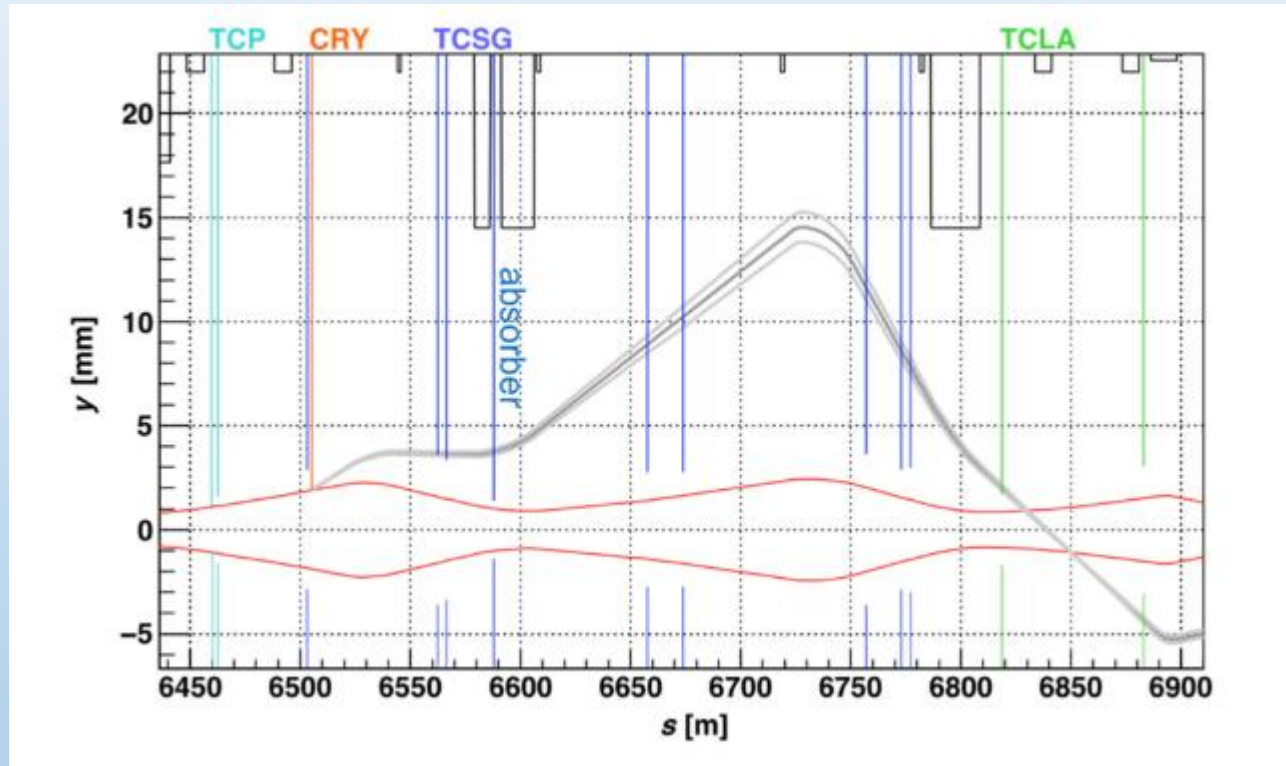
²*École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Switzerland*

³*Istituto Nazionale di fisica Nucleare, INFN, Sezione Ferrara, Italy*

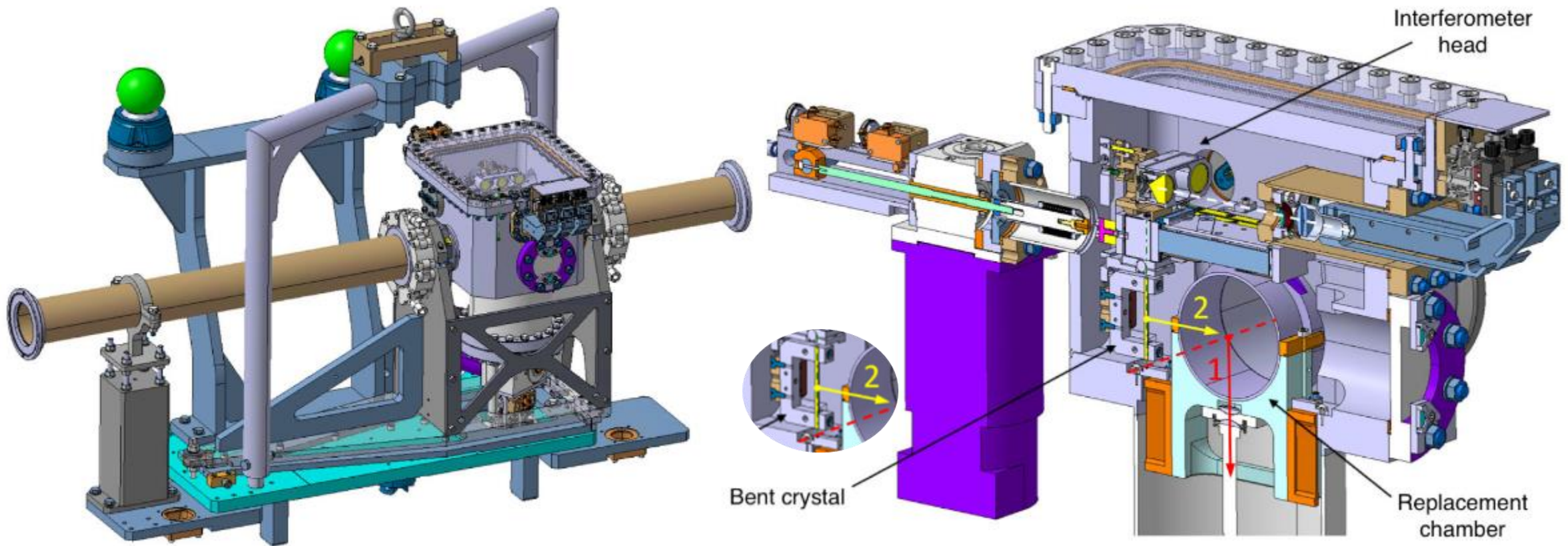
Обычная и кристаллическая системы коллимации



Траектория пучка ионов при кристаллической коллимации



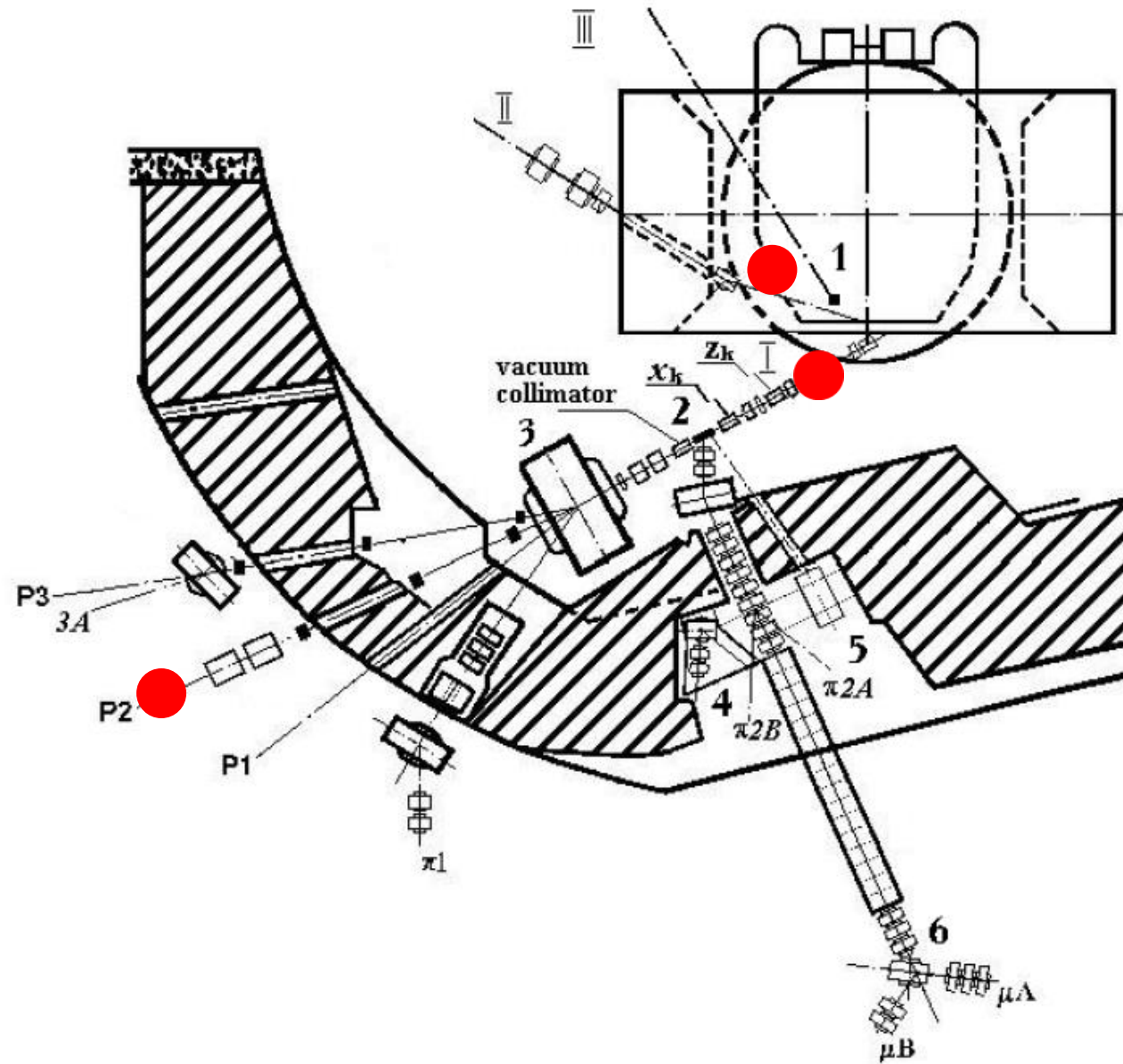
Кристаллическая станция в LHC



Спасибо за внимание!

Резервные слайды

Синхроциклотрон и пучки



Вывод пучка кристаллом

