



# 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  $\pi$ -пучка

10 дней при интенсивности  $6 \times 10^{12}$  протонов для получения  $\mu$ -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)

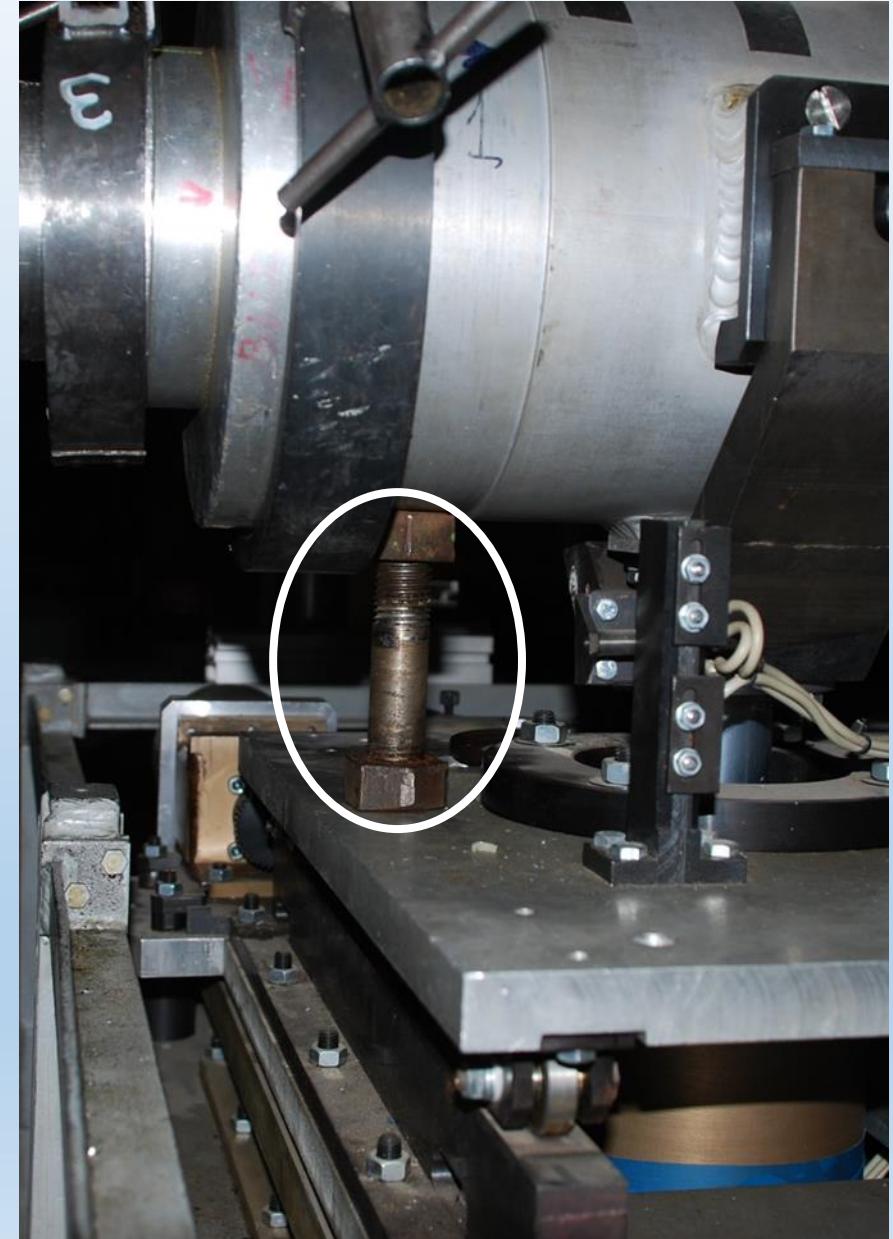
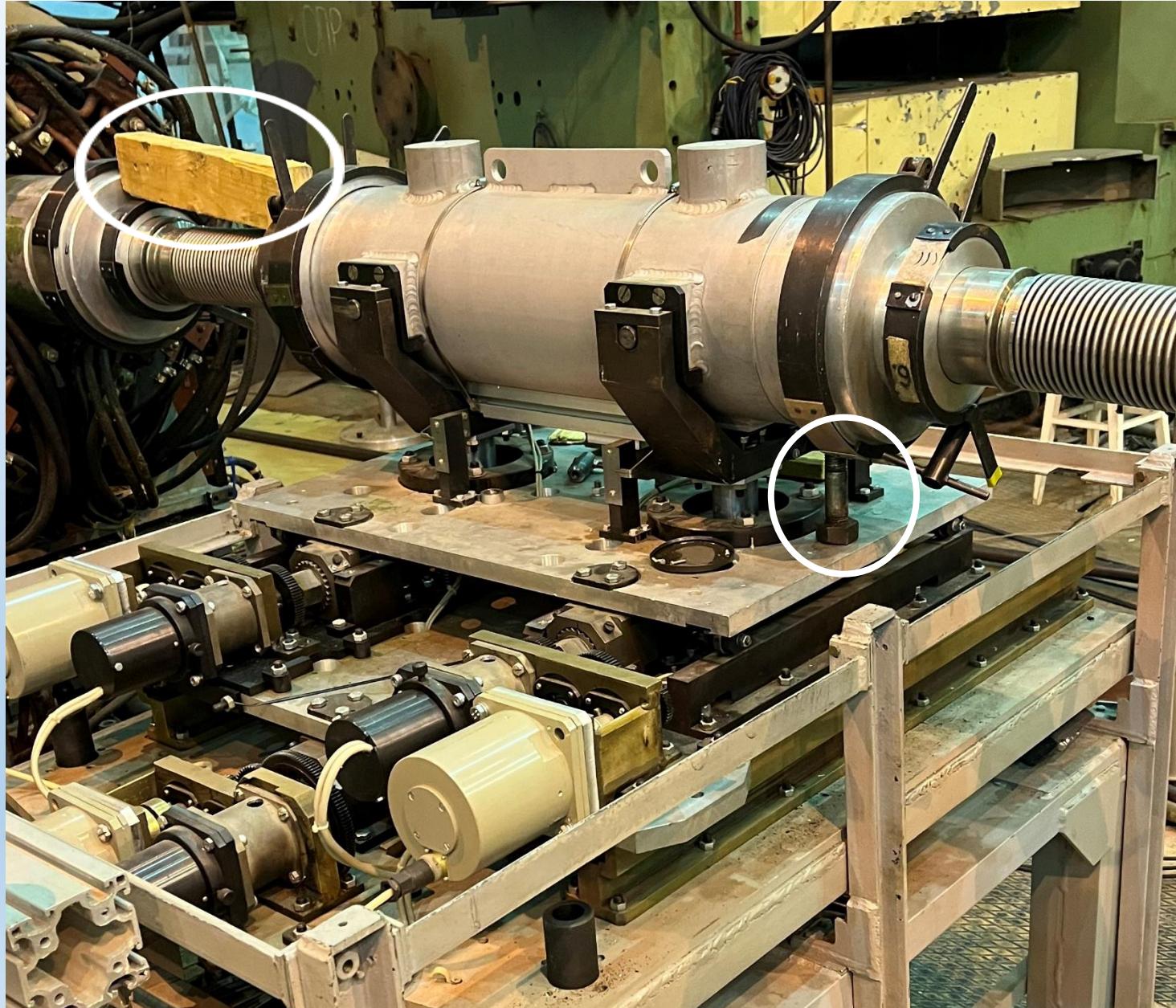
вариатор (замена на современный источник высоковольтного питания дуантов)

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

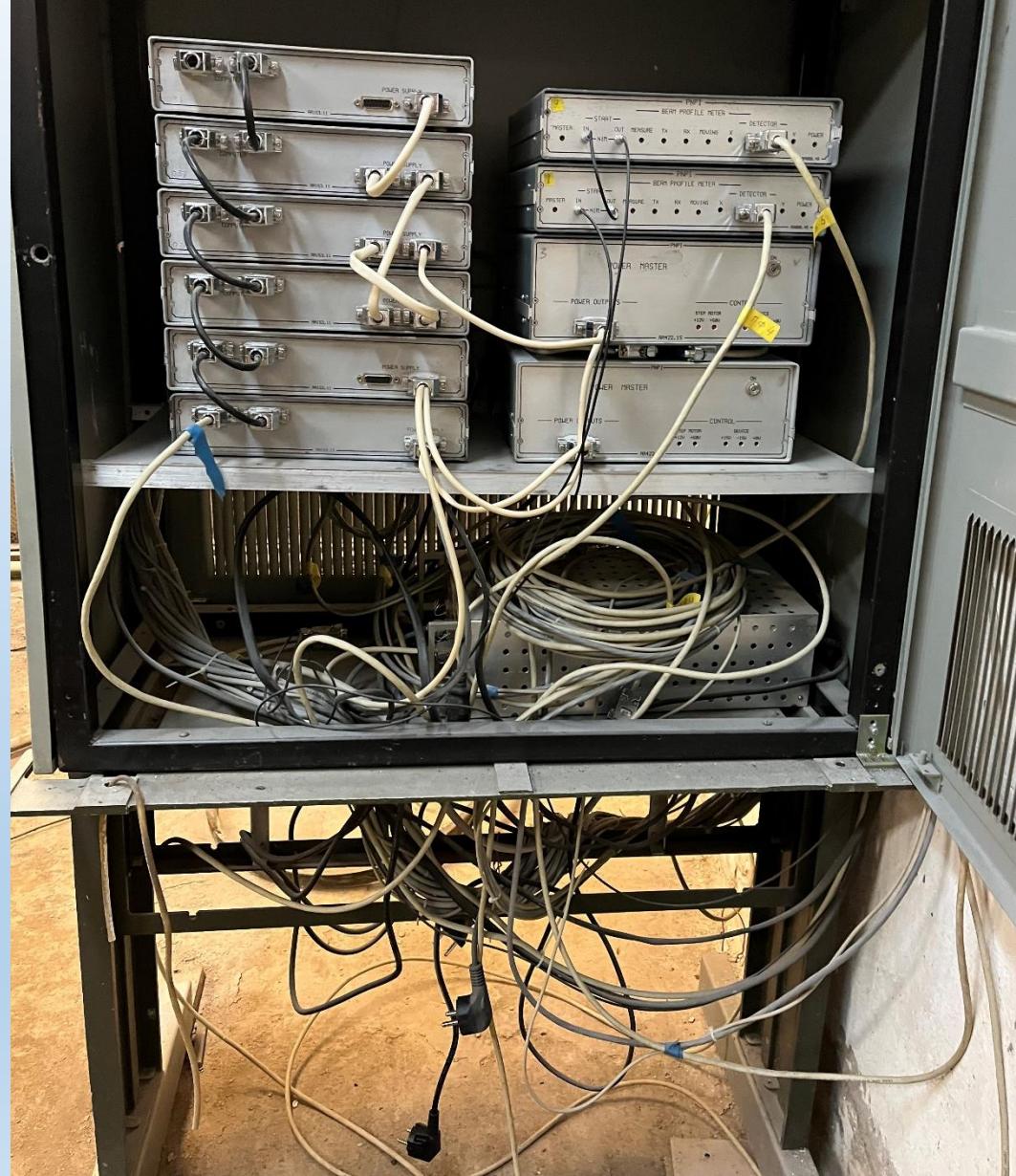
коллиматоры, мишени (механика, управление перемещениями)

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 канализированию 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 канализированию 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 колайдера.

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

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

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

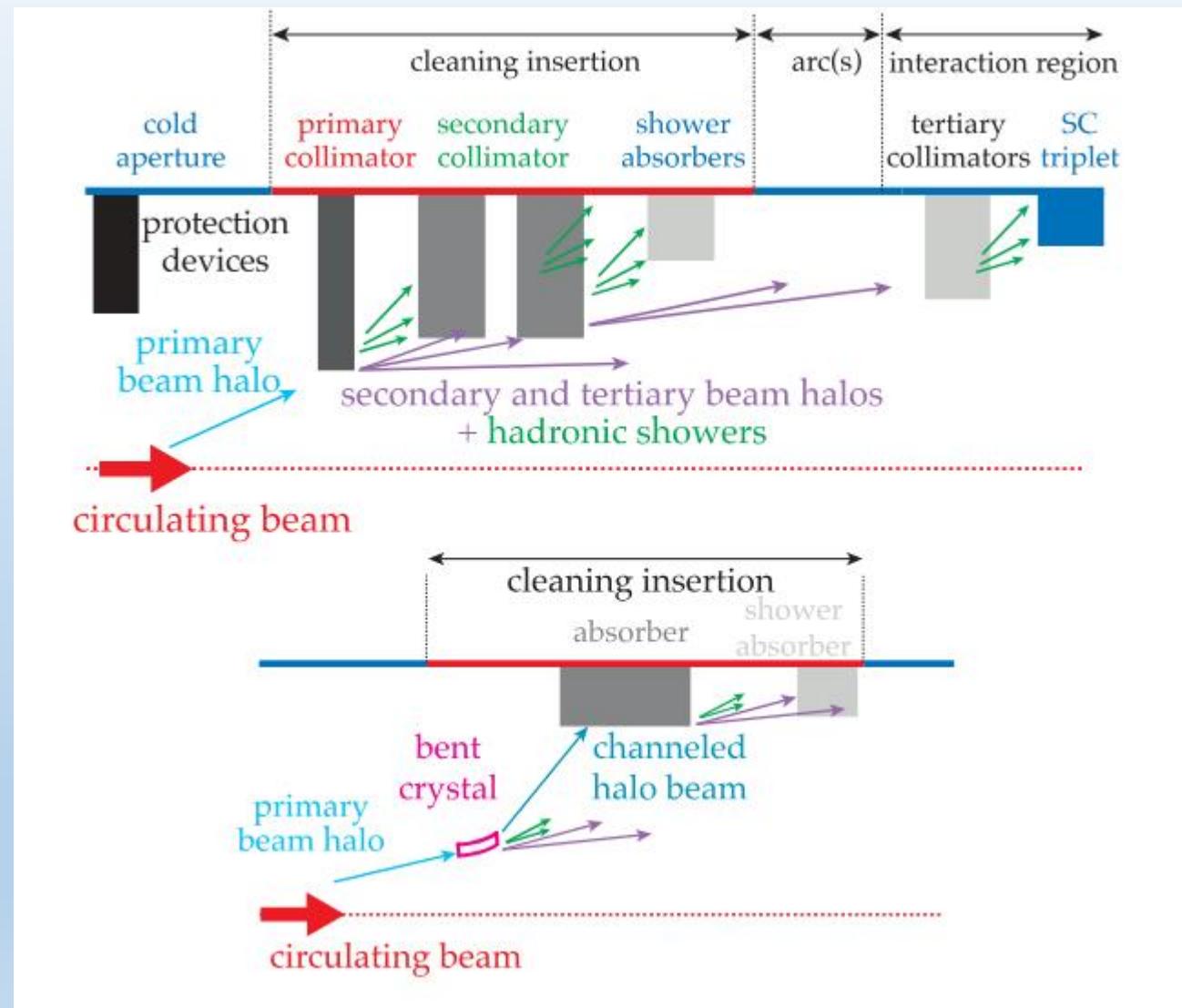
S. Redaelli<sup>1,\*</sup>, O. Aberle,<sup>1</sup> A. Abramov<sup>1</sup>, R. Bruce<sup>1</sup>, R. Cai,<sup>1,2</sup> M. Calviani<sup>1</sup>,  
M. D'Andrea<sup>1</sup>, Q. Demassieux,<sup>1</sup> K. Dewhurst<sup>1</sup>, M. Di Castro,<sup>1</sup> L. S. Esposito<sup>1</sup>,  
S. Gilardoni,<sup>1</sup> P. D. Hermes<sup>1</sup>, B. Lindström<sup>1</sup>, A. Lechner,<sup>1</sup> A. Masi,<sup>1</sup> E. Matheson,<sup>1</sup>  
D. Mirarchi<sup>1</sup>, J.-B. Potoine,<sup>1</sup> G. Ricci<sup>1</sup>, V. Rodin<sup>1</sup>, R. Seidenbinder<sup>1</sup>, S. Solis Paiva,<sup>1</sup>  
L. Bandiera,<sup>3</sup> V. Guidi<sup>3</sup>, A. Mazzolari,<sup>3</sup> M. Romagnoni<sup>3</sup>, M. Tamisari<sup>3</sup>,  
Y. Gavrikov<sup>1</sup>, and Y. Ivanov<sup>1</sup>

<sup>1</sup>*CERN, European Organization for Nuclear Research, CH-1211 Geneva 23, Switzerland*

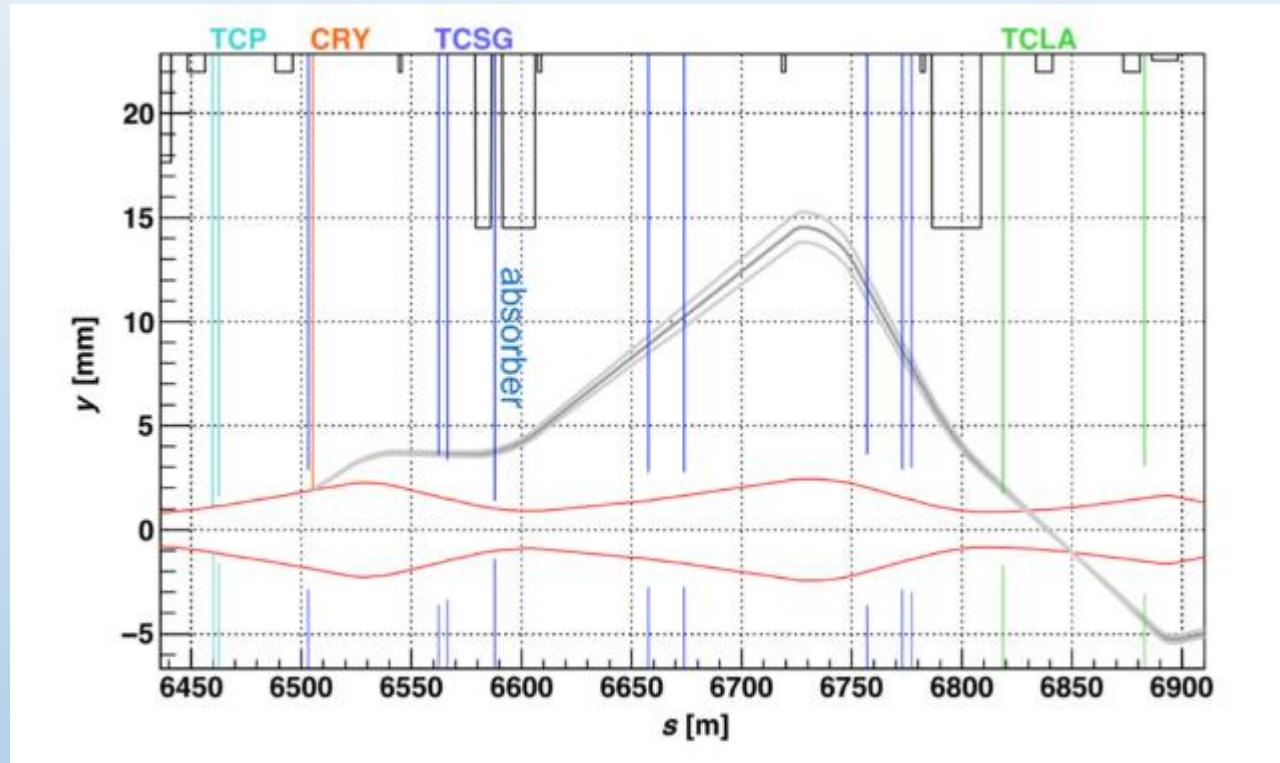
<sup>2</sup>*École Polytechnique Fédérale de Lausanne, Lausanne, Switzerland*

<sup>3</sup>*Istituto Nazionale di fisica Nucleare, INFN, Sezione Ferrara, Italy*

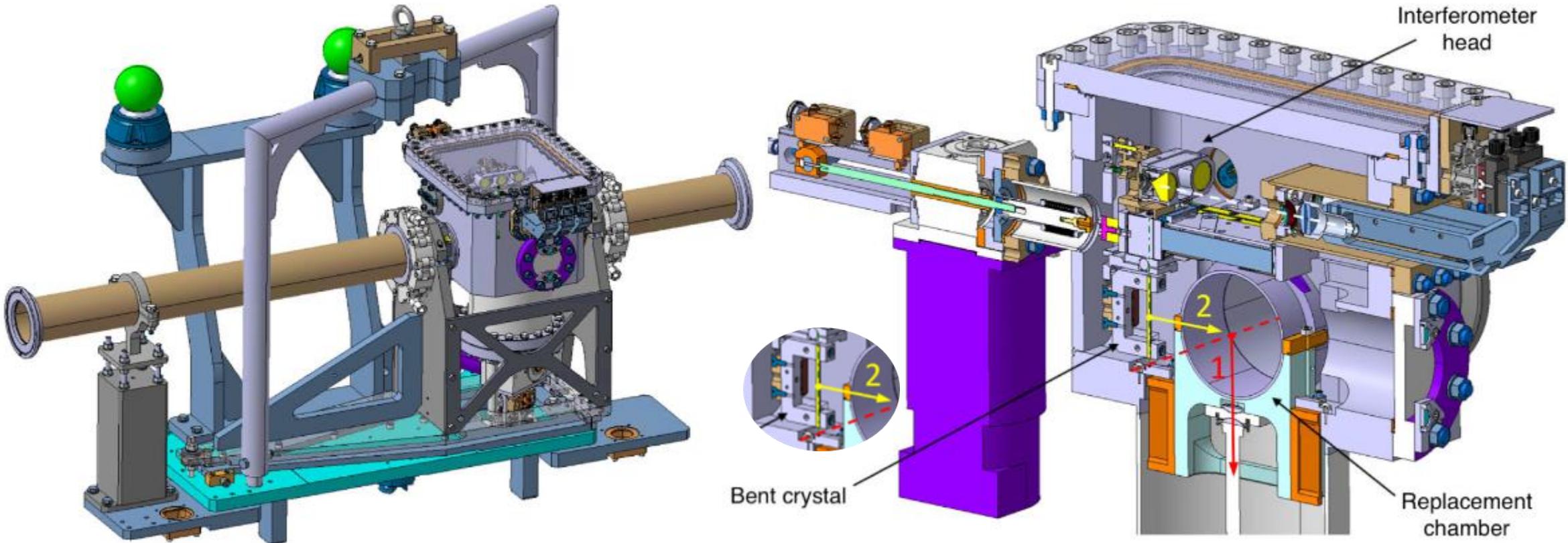
# Обычная и кристаллическая системы коллимации



# Траектория пучка ионов при кристаллической коллимации



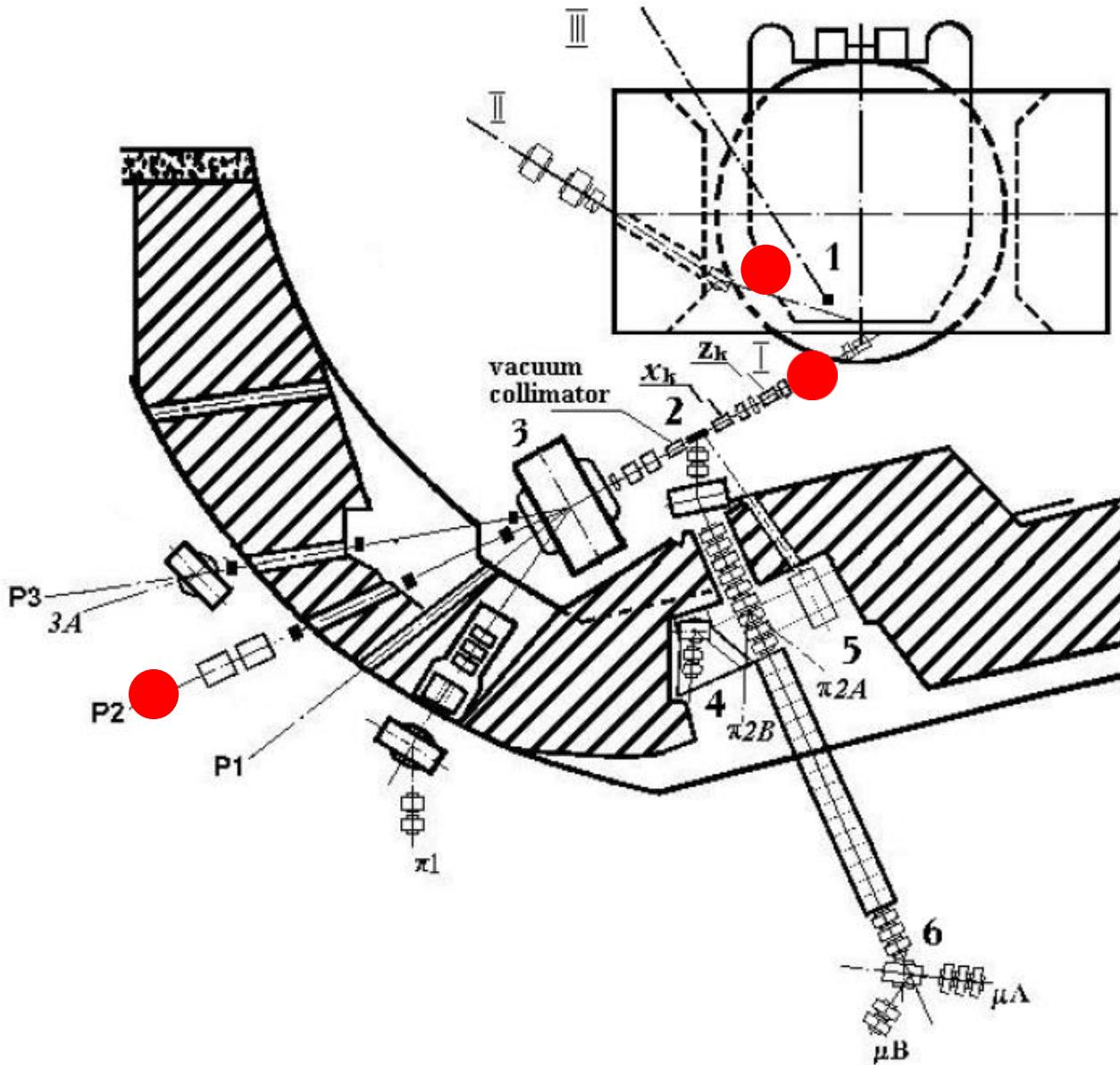
# Кристаллическая станция в LHC



# Спасибо за внимание!

# Резервные слайды

# Синхроциклотрон и пучки



# Вывод пучка кристаллом

