

О применении кристаллов на У-70

Ю. Чесноков

Достоинства МВК:

- Вывод кристаллами является удобным средством для обеспечения пучков в любых каналах частиц У-70.
- Простота реализации
- Режим одновременной работы
- Пространственная стабильность
- Хорошая временная структура
- Перестраиваемость в широком диапазоне по интенсивности, достигнутые при выводе протонов, сохраняются при работе с легкими ионами.

Размещение кристаллических станций в кольце У-70.



. Станция кристаллических дефлекторов,
смонтированная на ускорителе У-70.

. Изогнутые кристаллы, установленные на станции.



High-Efficiency Beam Extraction and Collimation Using Channeling in Very Short Bent Crystals

A. G. Afonin,¹ V. T. Baranov,¹ V. M. Biryukov,¹ M. B. H. Breese,² V. N. Chepegin,¹ Yu. A. Chesnokov,¹ V. Guidi,³
Yu. M. Ivanov,⁵ V. I. Kotov,¹ G. Martinelli,⁴ W. Scandale,⁶ M. Stefancich,⁴ V. I. Terekhov,¹ D. Trbojevic,⁷
E. F. Troyanov,¹ and D. Vincenzi⁴

¹*Institute for High Energy Physics, Protvino, 142281, Russia*

²*Surrey University, Guildford, GU2 5XH, United Kingdom*

³*Ferrara University, Department of Physics and INFN, I-44100, Italy*

⁴*Ferrara University, Department of Physics and INFN, I-44100, Italy*

⁵*Petersburg Nuclear Physics Institute, Gatchina, 188350, Russia*

⁶*CERN, Geneva 23, CH-1211, Switzerland*

⁷*Brookhaven National Laboratory, Upton, New York 11973*

(Received 12 April 2001; published 14 August 2001)

A silicon crystal was used to channel and extract 70 GeV protons from the U-70 accelerator with an efficiency of $85.3 \pm 2.8\%$, as measured for a beam of $\sim 10^{12}$ protons directed towards crystals of ~ 2 mm length in spills of ~ 2 s duration. The experimental data follow very well the prediction of Monte Carlo simulations. This demonstration is important in devising a more efficient use of the U-70 accelerator in Protvino and provides crucial support for implementing crystal-assisted slow extraction and collimation in other machines, such as the Tevatron, RHIC, the AGS, the SNS, COSY, and the LHC.

DOI: 10.1103/PhysRevLett.87.094802

PACS numbers: 41.85.-p

Вывод протонов

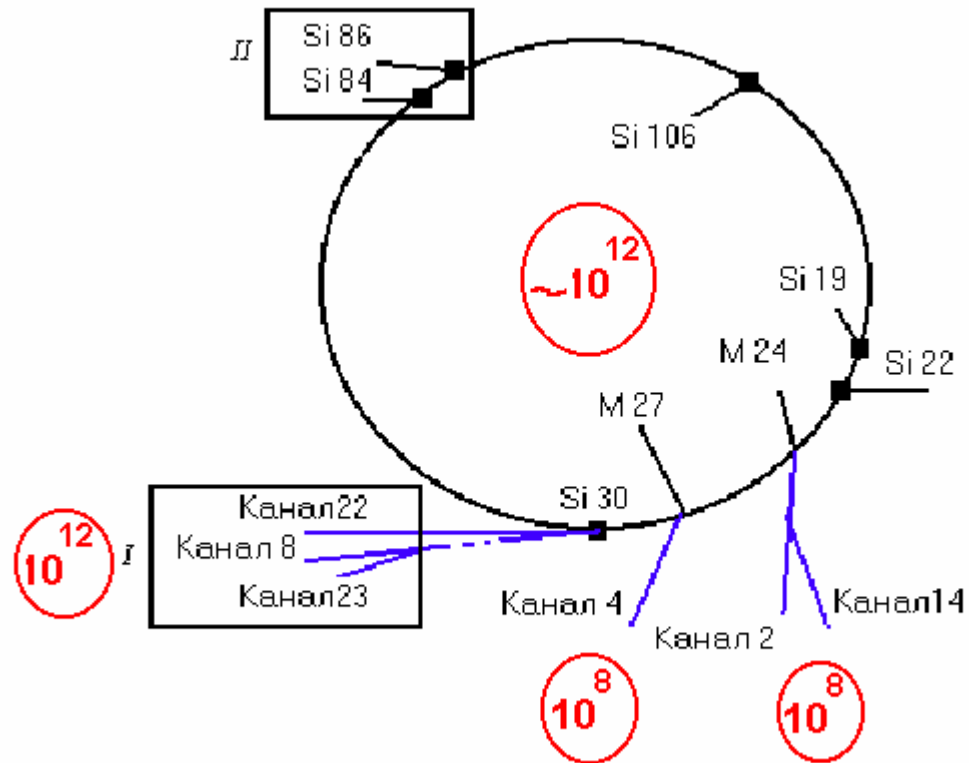


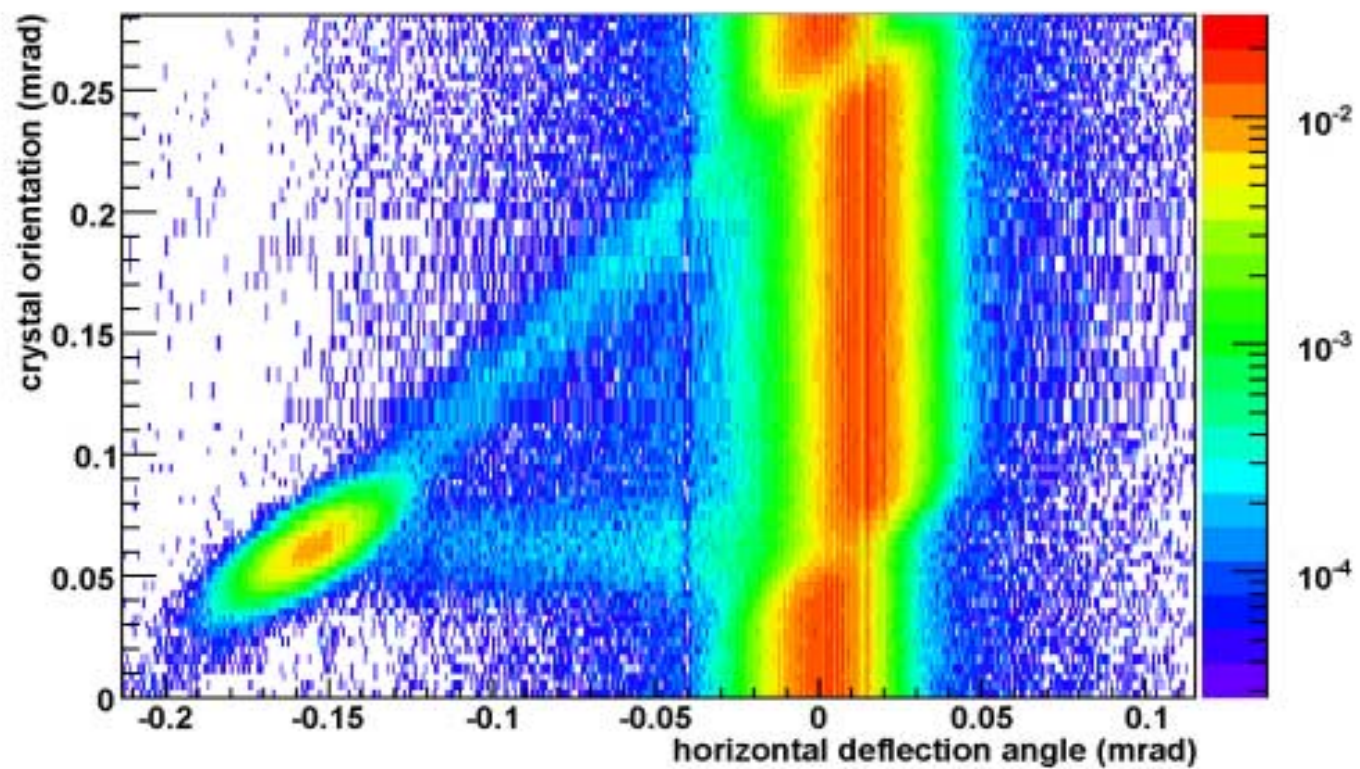
Схема вывода пучков из У-70: Si 19, Si 22, Si 30, Si 84, Si 106 – изогнутые кристаллы;
M 24, M 27 – внутренние мишени; I – зона экспериментальных установок;
II – зона исследований кристаллов.

Использование изогнутых кристаллов в сеансе 2007г:

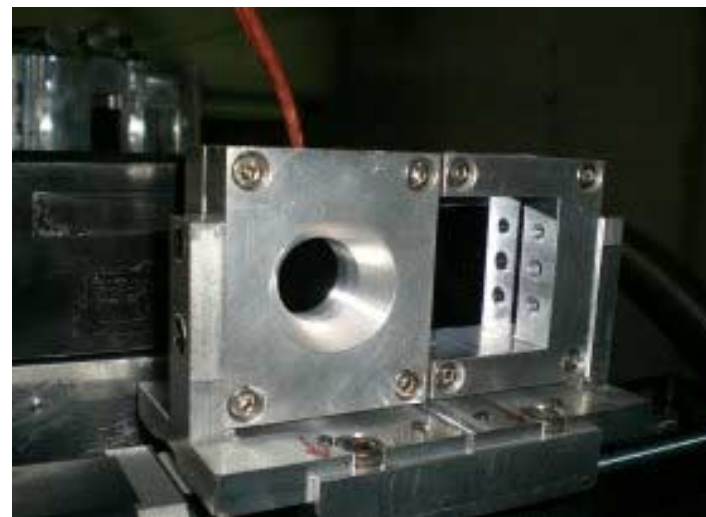
Из 9 основных экспериментов, предусмотренных расписанием,
6 установок работали в режиме МВК:

- | | | | |
|---|---------------------------|--------------------|---------------------|
| • | 23 канал- КМН | 32 смены | СКД 19 |
| • | 22 канал- ФОДС | 16 смен | СКД 19 |
| • | 22 канал- Кристалл | 20 смен | СКД 19 |
| • | 22 канал СВД | 56 смены | КД 30/СКД 19 |
| • | 2Б канал- СИГМА | 32(36) смен | СКД 24/25 |
| • | 14 канал- ПРОЗА | 88 смен | СКД 24/25. |

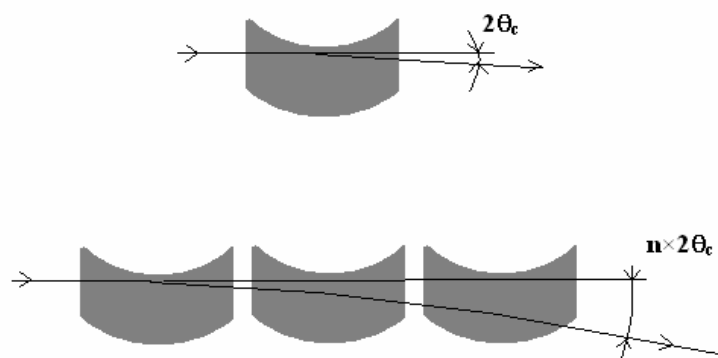
Увеличение эффективности вывода за счет использования явления отражения частиц в кристаллах.



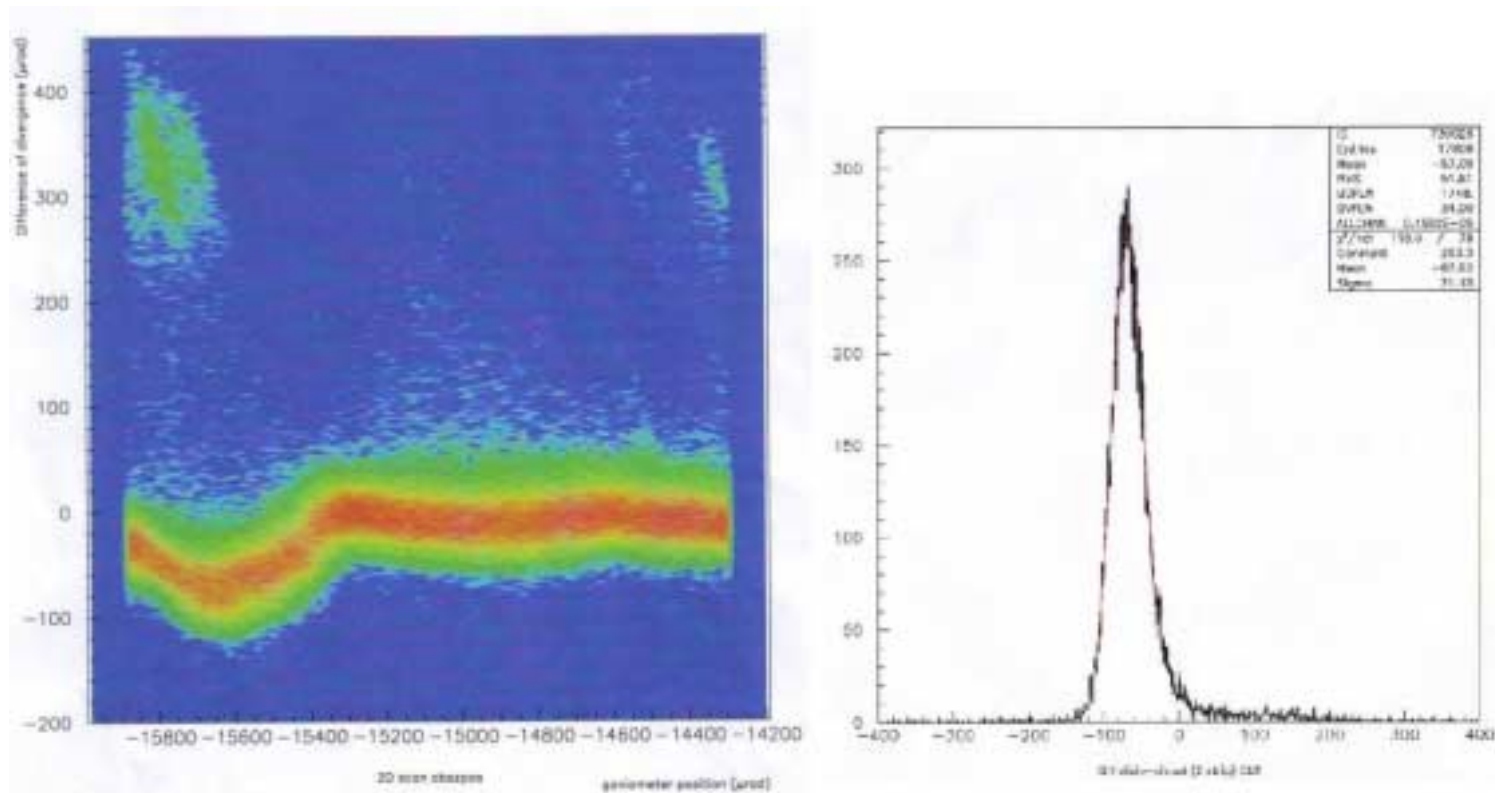
Разные типы коротких кристаллов для отражения.



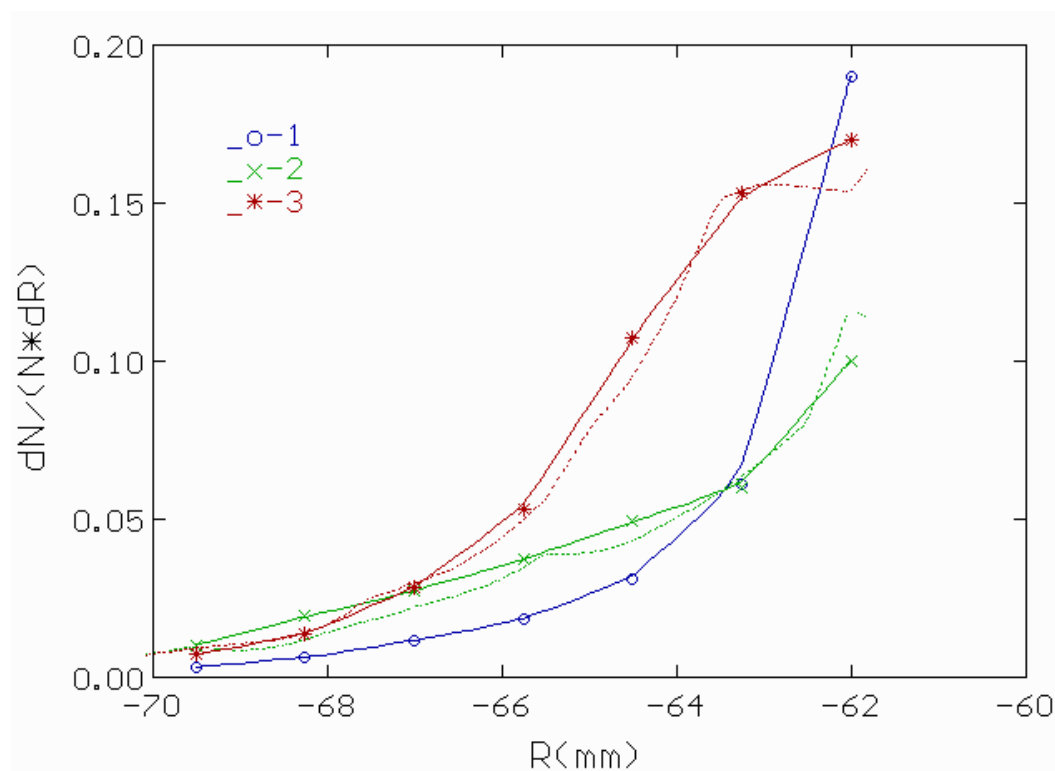
Увеличение угла отражения в многослойных структурах.



Результаты углового сканирования мульти-кристаллла при отражении 400 ГэВ протонов. Виден эффект наложения отражений от каждого кристалла. Усиление эффекта (примерно в 7 раз) отражения в мультикристалле протонов с энергией 400 ГэВ. Суммарный угол отклонения 70 мкрад при эффективности процесса свыше 90%.



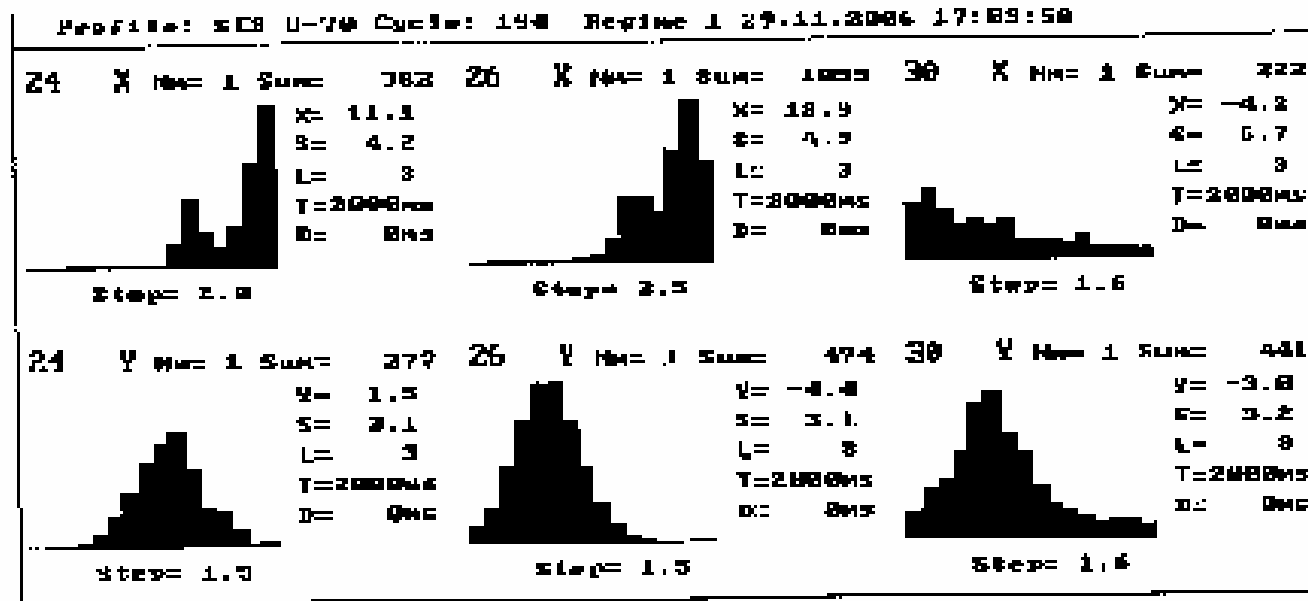
Тестирование мульти-рефлектора в режиме коллимации пучка на У-70



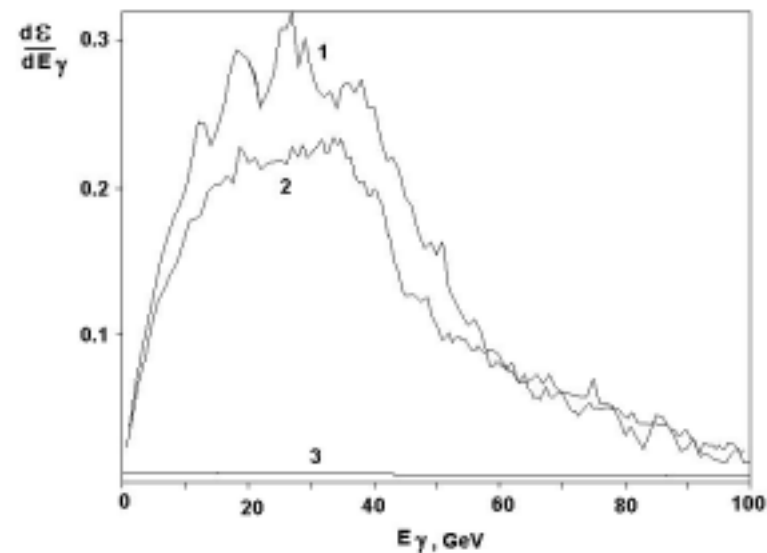
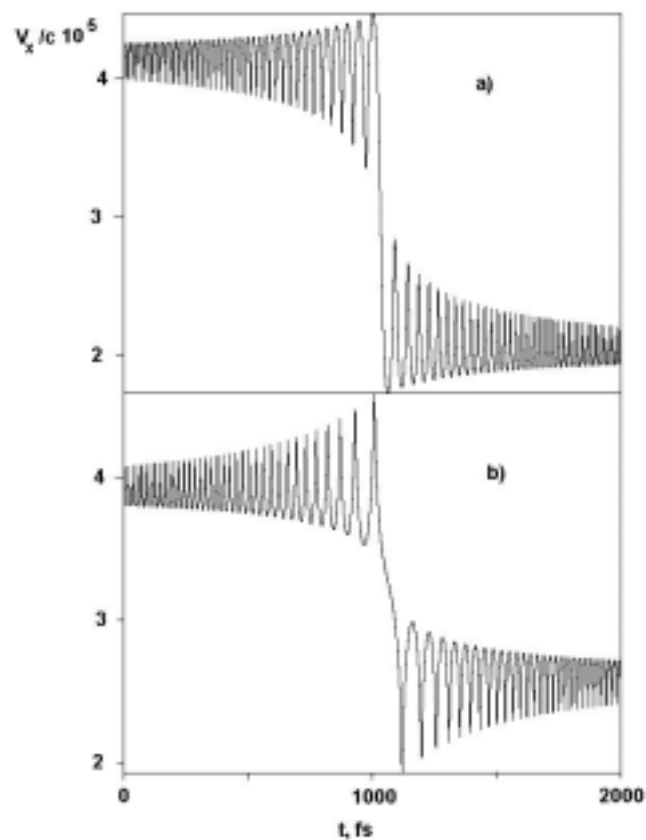
Распределение протонов на скрепере.

1 - только скрепер, 2 - разориентированный кристалл, 3 – объемное отражение.

**Результаты тестирования мультирефлектора в режиме вывода из У-70.
 (Суммарный эффект мультиотражения и каналирования виден в виде
 двойного профиля выведенного пучка). Полная эффективность
 процесса около 85%.**

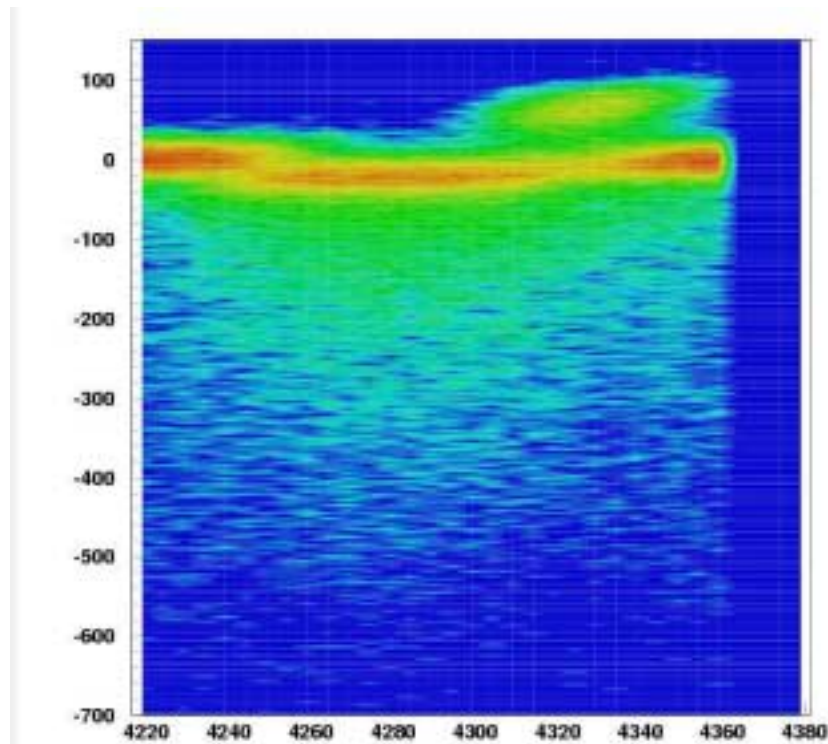


Другое важное направление исследований –
излучение фотонов в изогнутых кристаллах.

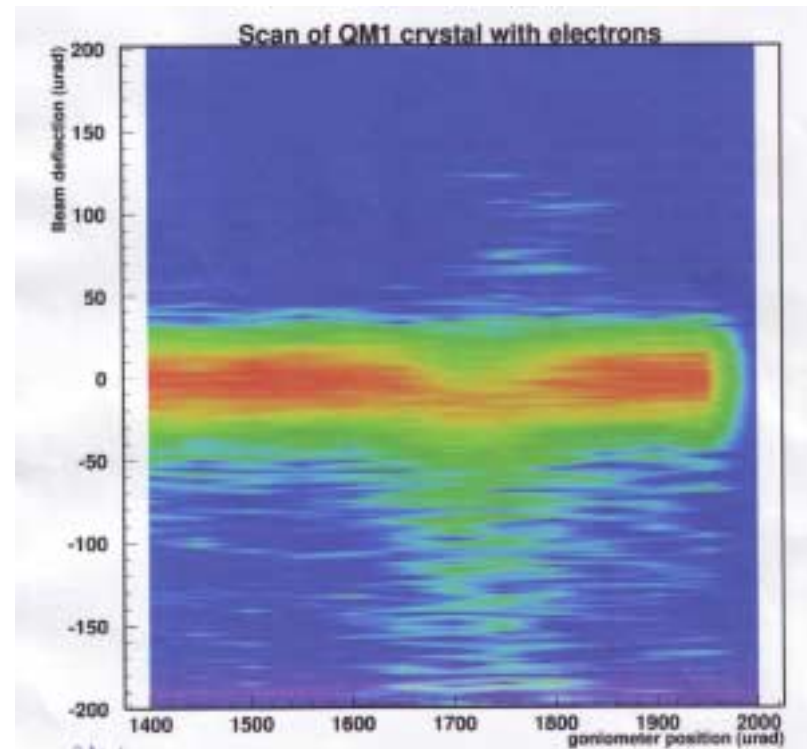


Предсказание излучения при отражении e^{+-}

**Экспериментальные подтверждения
излучения при отражении. Потери энергии
180 ГэВ частиц в результате излучения
составляют 15% в 1мм-кристалле.**

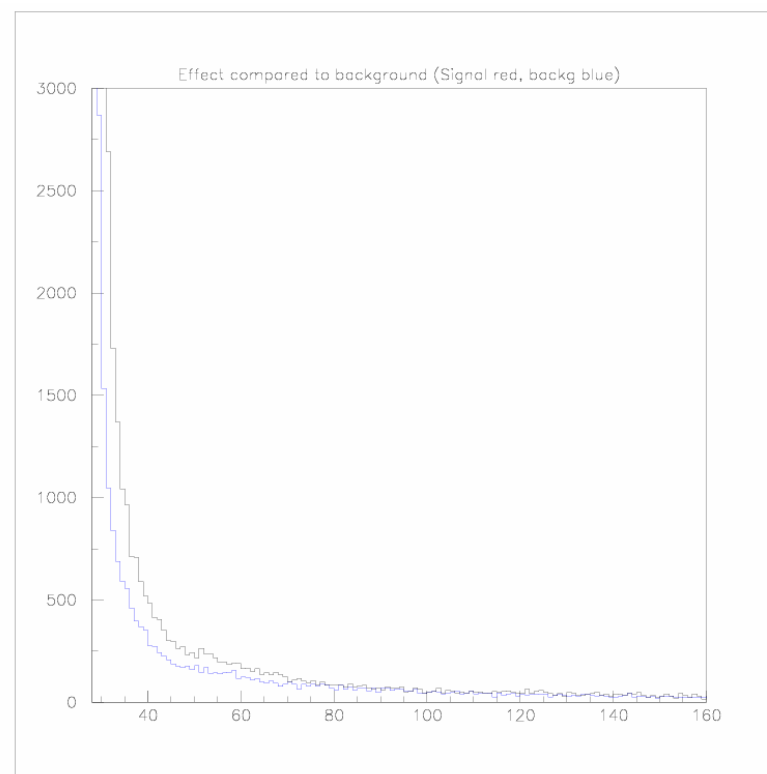
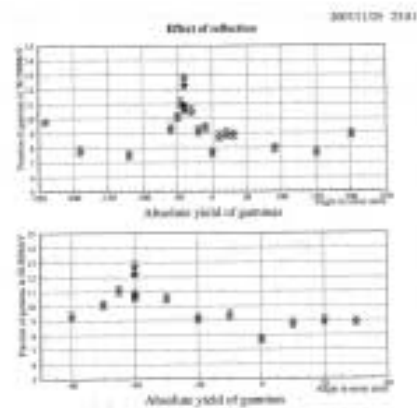
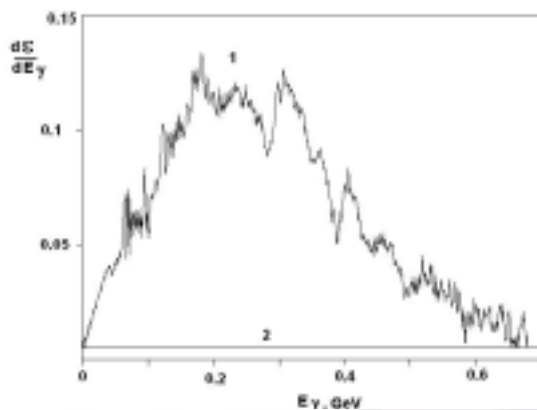


позитроны



электроны

Потери энергии для 10 ГэВ позитронов составляют 2 %.
Предварительные данные опыта в канале 22.



Список опубликованных работ за 2007 год:

1). **High-efficiency volume reflection of an ultrarelativistic proton beam with a bent silicon crystal.**

W. Scandale

CERN ...

A.G. Afonin, V.T. Baranov, Yu. A. Chesnokov, V.I. Kotov, V.A. Maisheev, I.A. Yazynin

Serpukhov, IHEP

Physical Review Letters, 98:154801, 2007.

2). **Radiation of photons in process of charge particle volume reflection in bent single crystal.**

Yu.A. Chesnokov, V.I. Kotov, V.A. Maisheev, I.A. Yazynin (Serpukhov, IHEP) . Sep 2007. 8pp.

e-Print: [arXiv:0709.3926](https://arxiv.org/abs/0709.3926) [physics.acc-ph], **IHEP Preprint 2007-16**,

submitted to JETP Letters.

3). **Outlooks of Usage the Volume Reflection Effect in Crystals at Protvino**

I.A. Yazynin, A.G. Afonin, Yu.A. Chesnokov, V.I. Kotov, V.A. Maisheev,

V. Guidib, W. Scandalec, M.D. Bavizhevd

aIHEP, Protvino, Russia; bUniv. of Ferrara and INFN; cCERN, Geneva; dSTA, Russia,

Published in Proceedings of SPIE, 6634, 66340H, 2007

4). **Double volume reflection of a proton beam by a sequence of two bent crystals**

W. Scandale

CERN ...

A.G. Afonin, V.T. Baranov, Yu. A. Chesnokov, V.I. Kotov, V.A. Maisheev, I.A. Yazynin

Serpukhov, IHEP

Physics Letters B, 2007

5). **Volume reflection of ultrarelativistic particles in single crystals**

V.A. Maisheev, Physical Review STAB 10, 084701 (2007)

Развитие МВК – увеличение эффективности и вывод ионов.

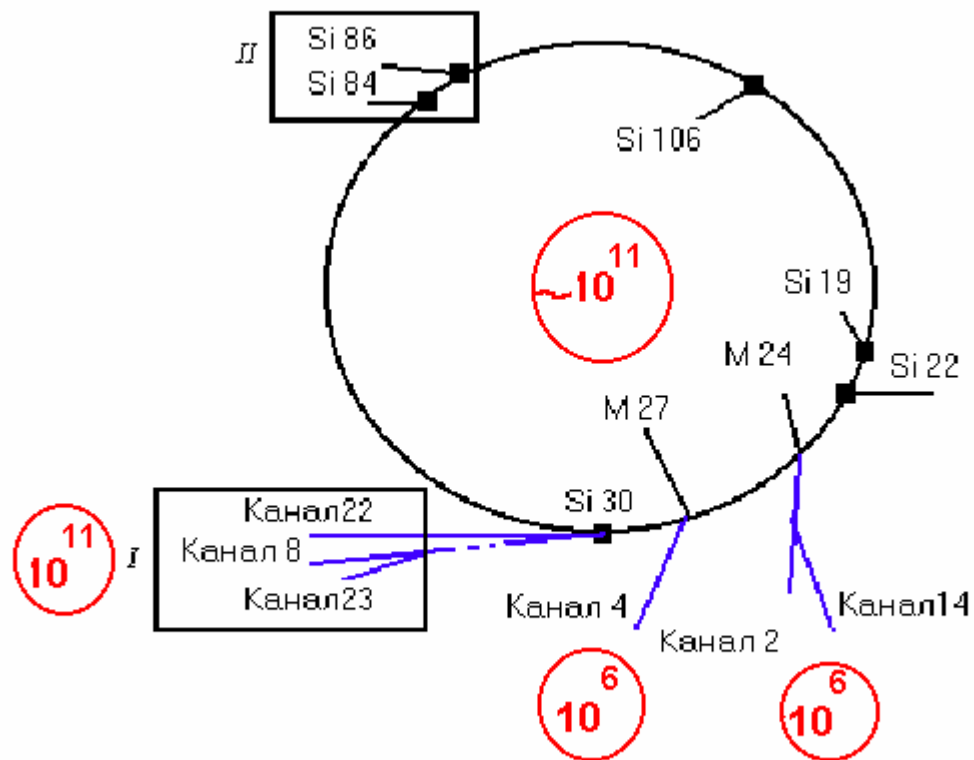


Схема вывода пучков из У-70: Si 19, Si 22, Si 30, Si 84, Si 106 – изогнутые кристаллы;
M 24, M 27 – внутренние мишени; I – зона экспериментальных установок;
II – зона исследований кристаллов.