



Лаборатория мезоатомов
ОФВЭ

Отчет за 2003 год

Ю.М.Иванов

ПИЯФ РАН

24 декабря 2003



Направления деятельности

- CMS
- Каналирование
 - разработка высокоэффективного вывода 70 ГэВ протонов на У-70
 - исследование возможности создания кристаллического ондулятора
- Мезоатомы
 - теоретическое исследование особенностей мезоатомного каскада
 - разработка многоэлементного полупроводникового детектора
 - разработка 2D-кристалл-дифракционного блока на отражение
- Ядерные реакции
 - распад легких ядер в реакциях с фотонами
 - деление тяжелых ядер протонами и нейтронами

CMS

В проекте участвуют

- Лаборатория физики элементарных частиц ОФВЭ
- Лаборатория мезоатомов ОФВЭ
- Группа экзотических ядер ОФВЭ
- Отдел мюонных камер ОФВЭ
- Отдел радиоэлектроники ОФВЭ

Заняты в работах по обеспечению проекта

- Ускорительный отдел ОФВЭ
- Отдел криогенной и сверхпроводящей техники ОФВЭ
- Отдел вычислительных систем ОФВЭ
- Централизованное производство ОФВЭ
- ОММ ЭВМ ПИЯФ
- ЦЭТО ПИЯФ
- ОГМ ПИЯФ
- РСО ПИЯФ
- ТО ПИЯФ
- ОРБ ПИЯФ
- Криогенная станция ПИЯФ

CMS

Лаборатория мезоатомов участвует в создании Торцевой Мюонной Системы детектора CMS

- Изготовление катодных стриповых камер в ПИЯФ
- Установка накамерной электроники и тесты камер в ПИЯФ
- Доставка камер в CERN
- Тесты камер в CERN (ISR, SX5)
- Сборка Торцевой Мюонной Системы в CERN (SX5)

CMS

Участники от Лаборатории мезоатомов

С.А.Вавилов

А.С.Денисов

Ю.М.Иванов

Л.П.Лапина

П.М.Левченко

Д.Л.Николаев

Л.Ф.Павлова

А.А.Петрунин

В.М.Суворов

В.В.Сулимов

С.И.Труш

А.И.Щетковский

Л.А.Щипунов



CMS

Монтаж первых камер ПИЯФ на стальном диске
Торцевой Мюонной Системы детектора CMS
(сентябрь 2003, CERN)



Каналирование

Участники от Лаборатории Мезоатомов

С.А.Вавилов
А.С.Денисов
Ю.М.Иванов
В.В.Иванов
М.А.Кознов
Л.П.Лапина
А.А.Петрунин
В.В.Скоробогатов
А.А.Федорова
Б.А.Чунин



Каналирование

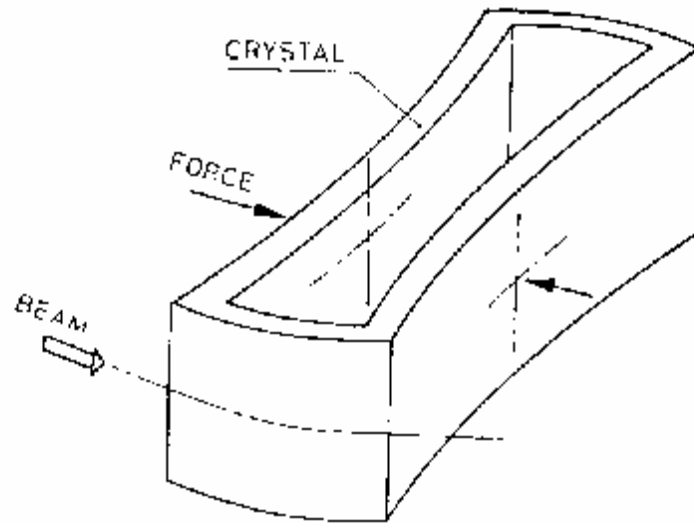
Разработка высокоэффективного вывода 70 ГэВ протонов на У-70

В.И. Котов, А.Г. Афонин, В.Т. Баранов, В.М. Бирюков, А.А. Кардаш, В.А. Маишеев, В.И. Терехов, Е.Ф. Троянов, В.Н. Чепегин, Ю.А. Чесноков (Серпухов, ИФВЭ), Ю.М. Иванов (Гатчина, ПИЯФ),

“Вывод пучка протонов из ускорителя ИФВЭ с помощью коротких кристаллов кремния”,

принято к опубликованию в ЭЧАЯ.

Deflection of proton beam with O-crystal



Typical dimensions :

5 x 5 x 50 mm³

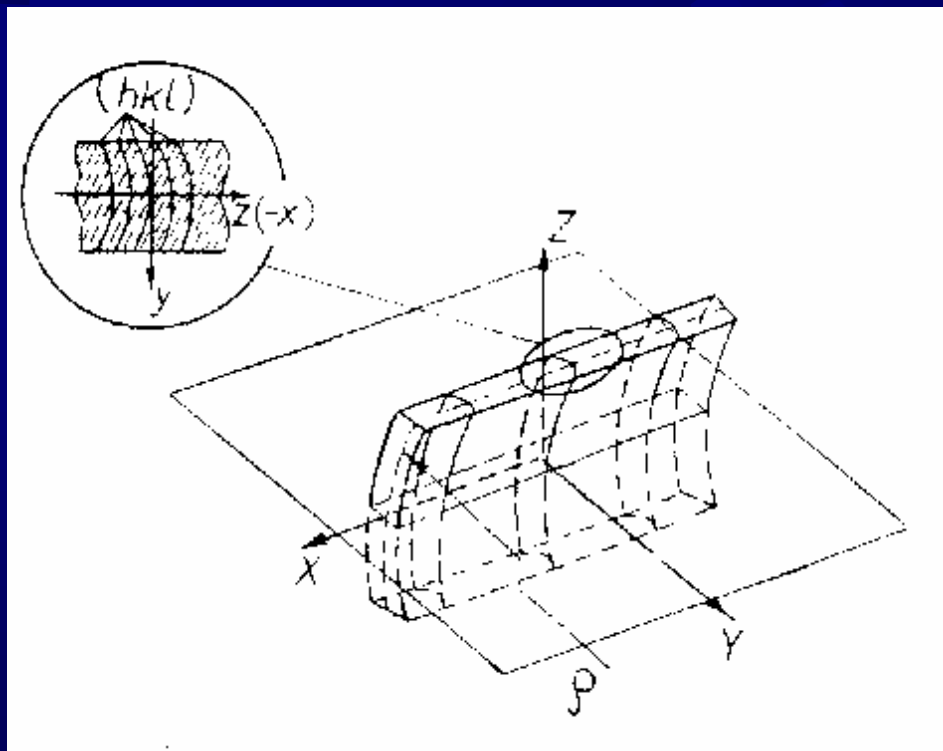
O-crystals in bending devices



Каналирование

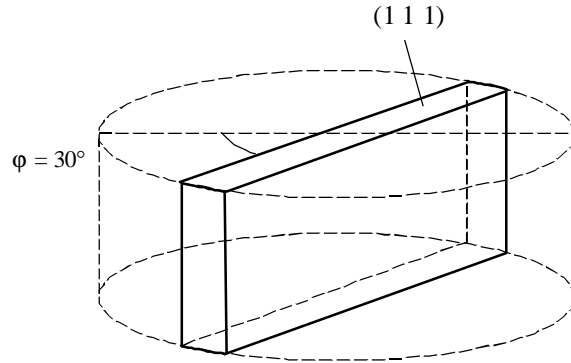
Разработка высокоэффективного вывода 70 ГэВ протонов на У-70

Новый подход к созданию коротких изогнутых кристаллов для высокоинтенсивного вывода протонов: использование эффекта Сумбаева

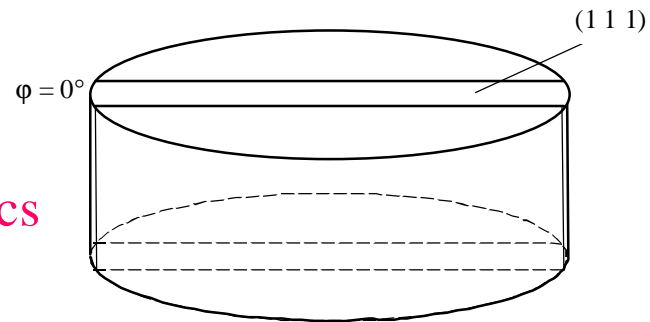


Cutting Si plates

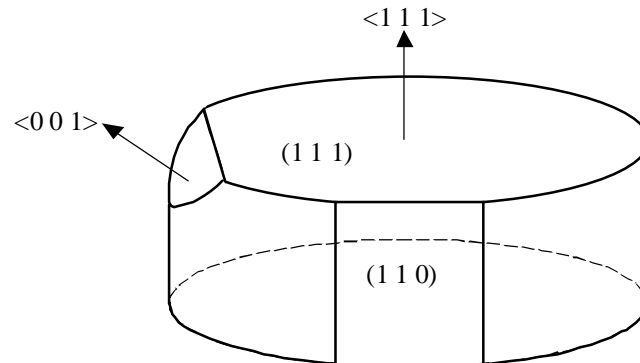
Cutting with quasimosaics



Cutting without quasimosaics



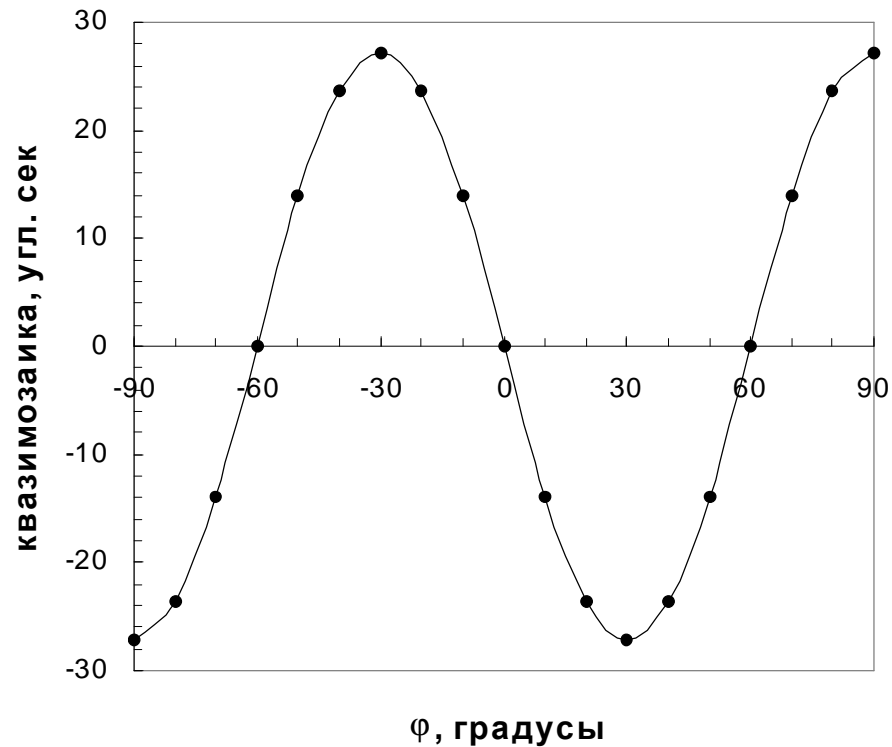
Oriented ingot



Elastic quasimosaiics in dependence on cutting angle φ for Si (1 1 1) plane

R – bending radius of plate, T – thickness of plate, 1 arcsec = 4.85 microradians.

R=92 см, T=0.43 мм



Crystals tested in the ring of U-70 in April, 2003

dimensions of Si plate 50 x 20 x 0.3 mm

channeling planes (111) parallel to face 50 x 0.3 mm

- bending radius 190 mm
- deflection angle of about 400 microradians



Каналирование

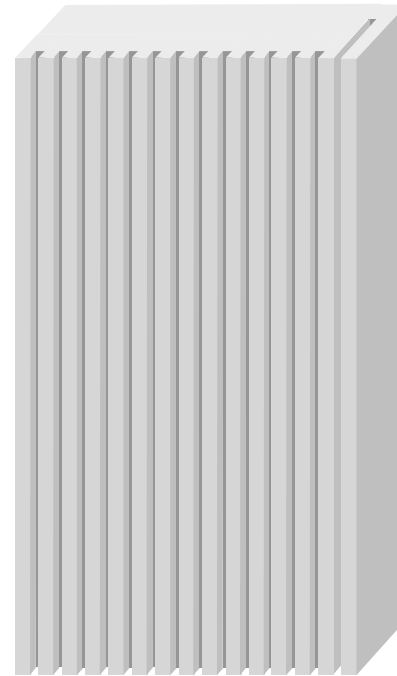
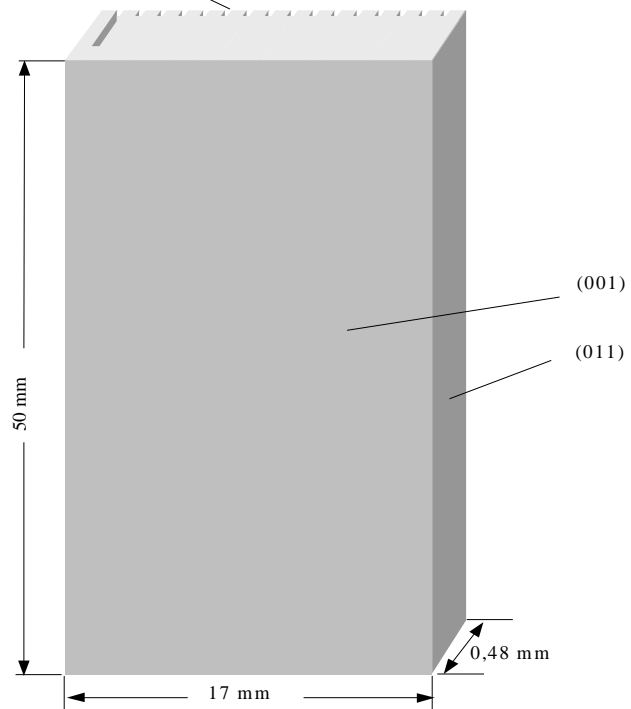
Исследование возможности создания кристаллического ондулятора

S. Bini, V. M. Biryukov Bellucci, S., Yu. A. Chesnokov, S. Dabagov, G. Giannini, V. Guidi, Yu. M. Ivanov, V. I. Kotov, V. A. Maishev, C. Malagù, G. Martinelli, A. A. Petrunin, V. V. Skorobogatov, M. Stefancich, and D. Vincenzi, "Experimental study for the feasibility of a crystalline undulator", **Phys. Rev. Letters**, Vol. 90, Num. 3 (2003).

S. Bellucci, S. Bini, V. M. Biryukov, Yu. A. Chesnokov, S. Dabagov, G. Giannini, V. Guidi, Yu. M. Ivanov, V. I. Kotov, V. A. Maishev, C. Malagù, G. Martinelli, A. A. Petrunin, V. V. Skorobogatov, M. Stefancich, F. Tombolini, D. Vincenzi, "Manufacturing of a Crystalline Undulator as a Novel Compact Source of Coherent Radiation", **Particle Accelerator Conference (PAC 03)**, Portland, Oregon, 12-16 May 2003.

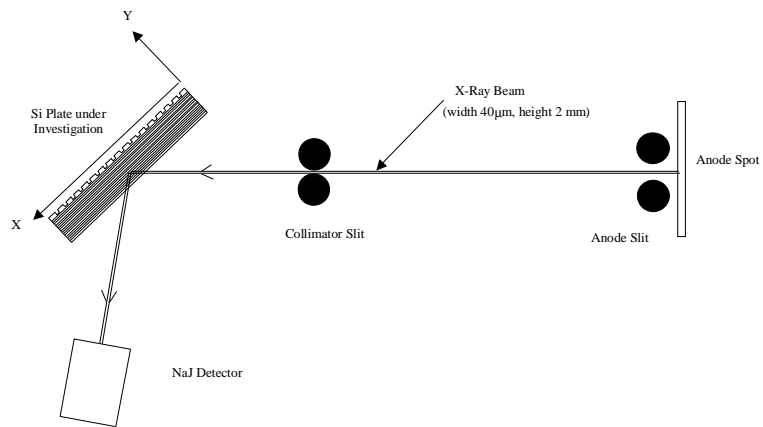
Sample prepared by U.Ferrara

Grooves (width $100\ \mu\text{m}$, depth $100\ \mu\text{m}$)

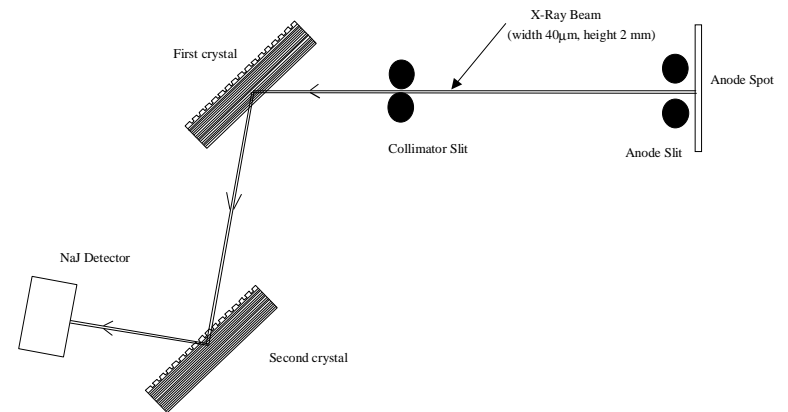


Testing with X-rays at PNPI

One crystal diffraction scheme

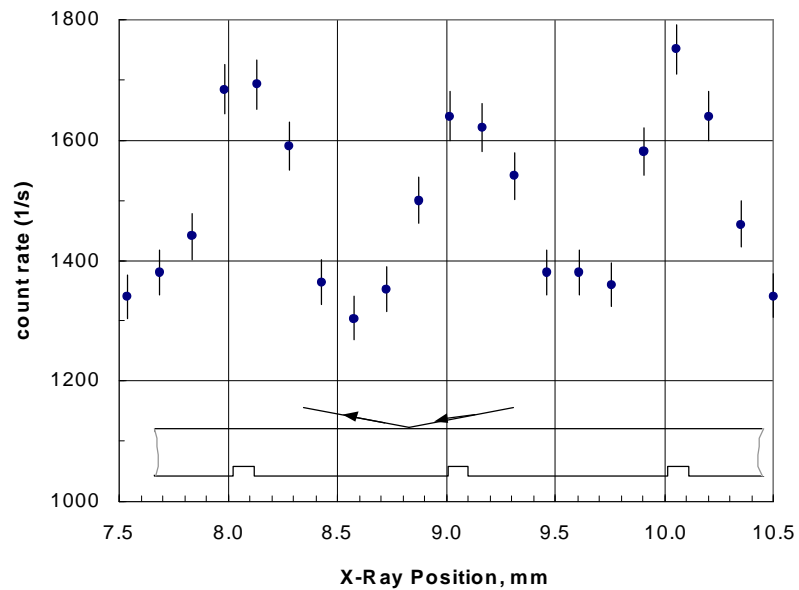


Two crystal diffraction scheme

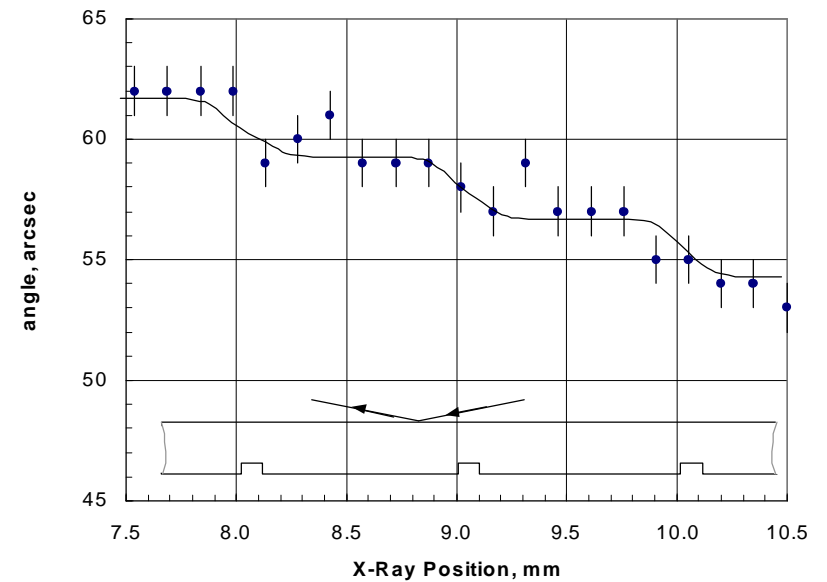


Diffraction from side without grooves

Intensity of diffraction peak

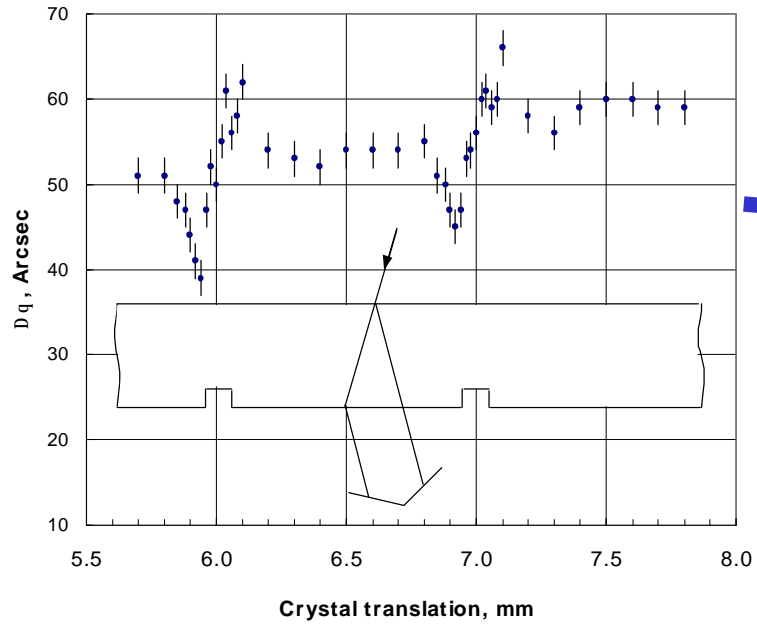


Angle of diffraction peak

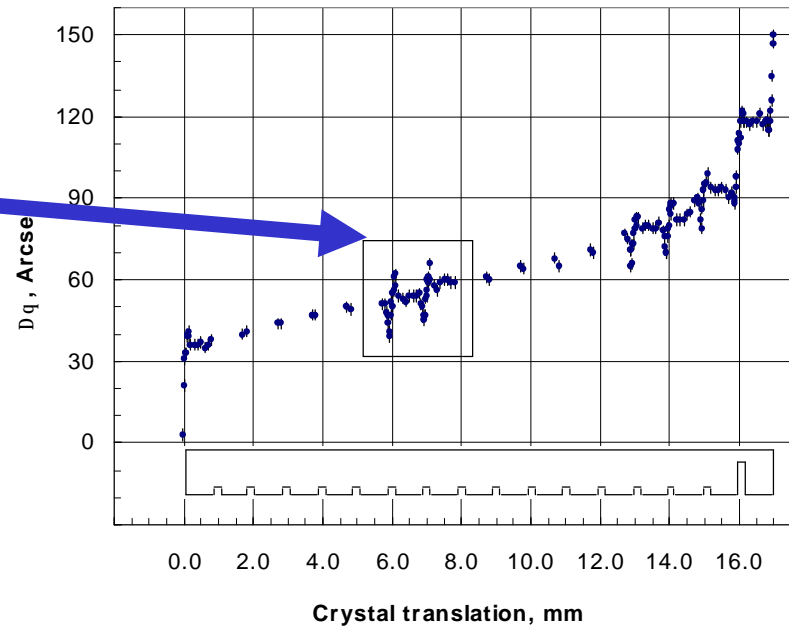


Diffraction in transmission mode

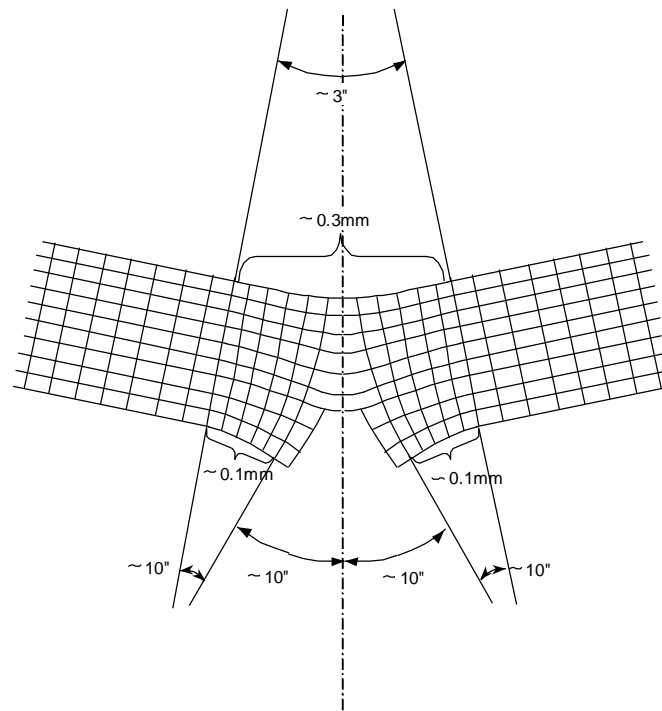
Angle of diffraction peak (part of sample)



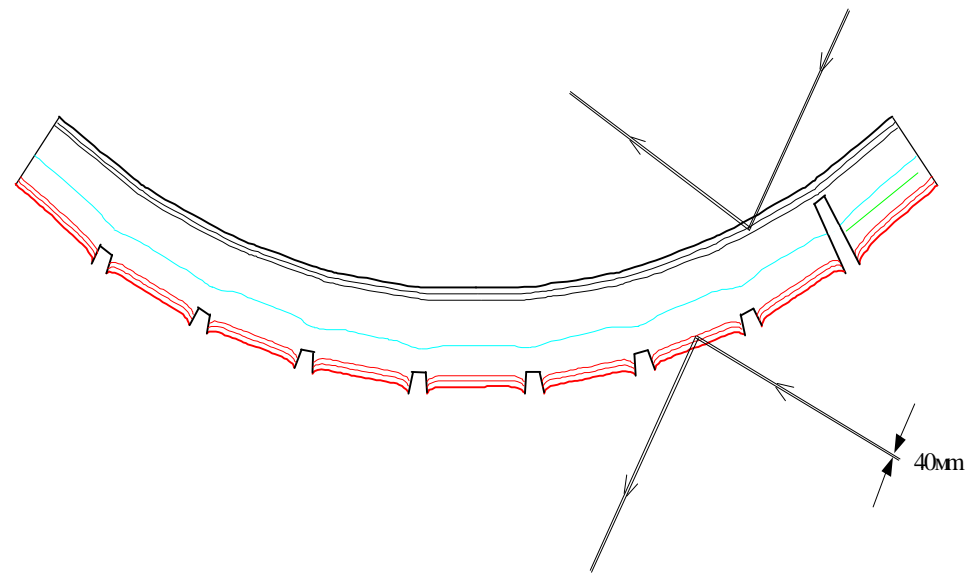
Angle of diffraction peak (whole sample)



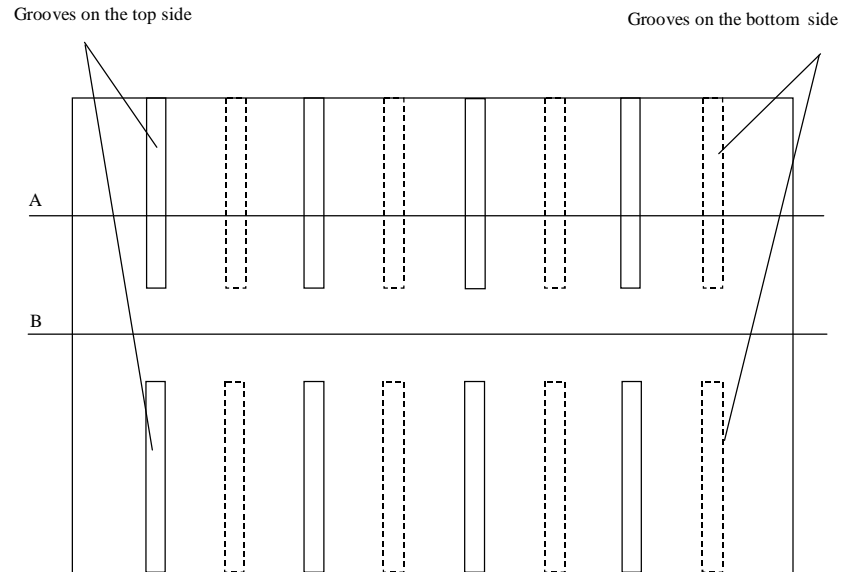
Deformation of sample near groove reconstructed from X-ray measurements



Deformation of whole sample



Possible design of undulator prototype



Cross section A



Cross section B



Мезоатомы

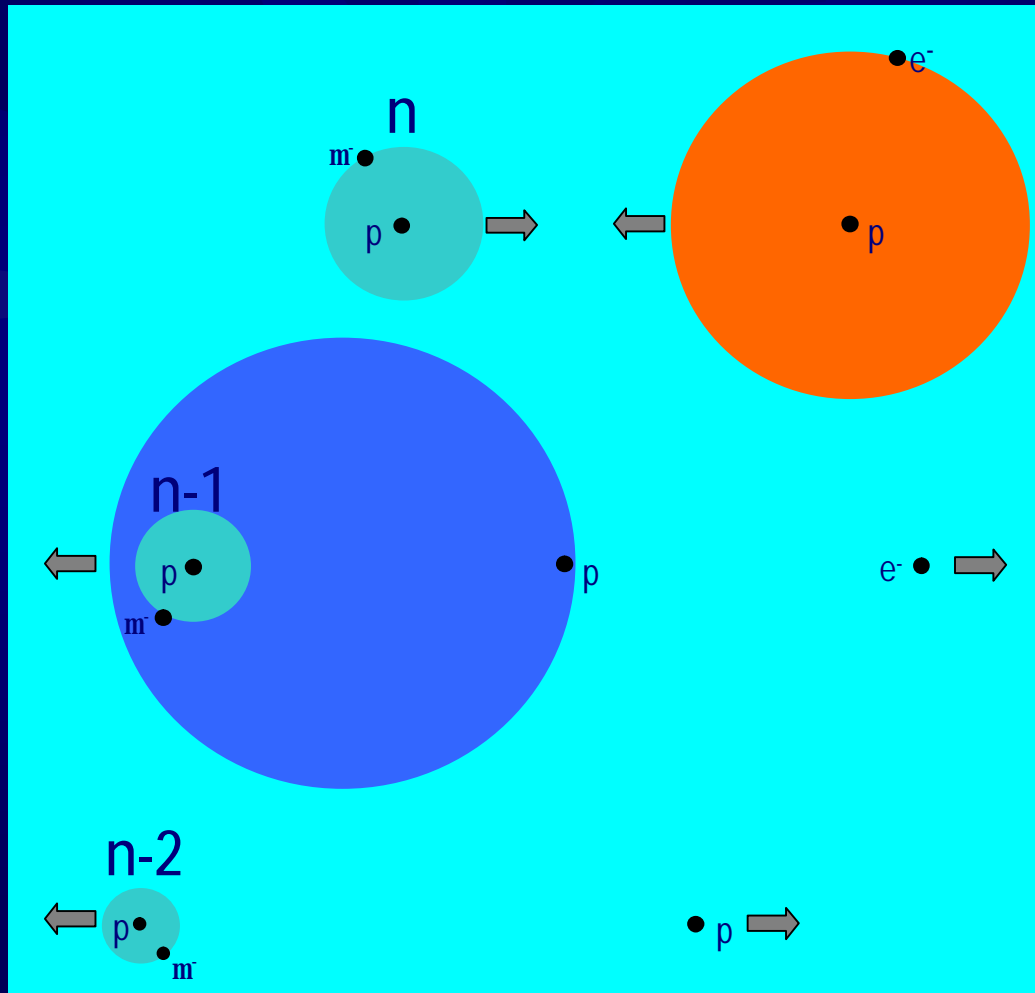
Теоретическое исследование особенностей мезоатомного каскада

A.V.Kravtsov, A.I.Mikhailov and I.A. Mikhailov,
“Mesic atom deexcitation via an external Auger process”,
Physical Review A67, 042713 (2003).

A.V. Kravtsov, A.I. Mikhailov, I.A. Mikhailov, and L.I. Ponomarev,
“Mesic molecule formation in collisional Auger transitions of excited
mesic hydrogen”,
Physical Review A68, 062501 (2003)

Мезоатомы

Теоретическое исследование особенностей мезоатомного каскада



The background is a dark blue gradient with several semi-transparent gear shapes of various sizes scattered across it. In the top-left corner, there is a small gear with a sun-like texture. On the far left edge, there is a vertical strip with a colorful, abstract, textured pattern.

Мезоатомы

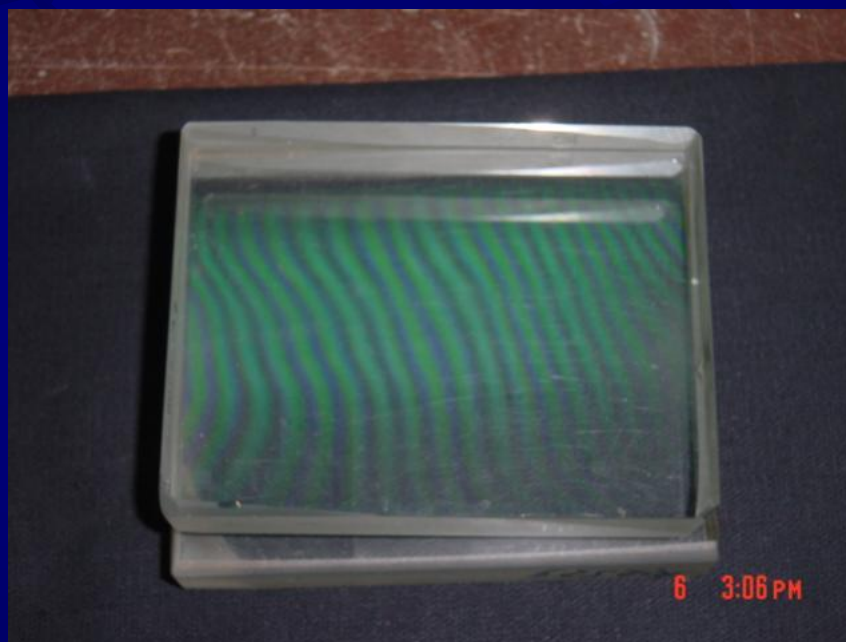
Разработка 2D-кристалл-дифракционного блока на отражение

Ю.М.Иванов
В.В.Иванов
С.Ю.Нестеров
А.А.Петрунин
В.В.Скоробогатов
А.А.Федорова
Б.А.Чунин

Мезоатомы

Разработка 2D-кристалл-дифракционного блока на отражение

Изготовление тороидальных поверхностей



Получен патент №2215988 от 10.11.2003 на схему контроля
«Неравноплечий интерферометр»

Мезоатомы

Разработка 2D-кристалл-дифракционного блока на отражение

Изготовление совершенных кремниевых пластин



Мезоатомы

Разработка многоэлементного полупроводникового детектора

Участники работы

ЛМА, ОРЭ, ОПЯД ОНИ, КО ПИЯФ, «Позитрон», CERN



Ядерные реакции

**Исследование энергетической зависимости
сечений деления тяжелых ядер
протонами промежуточных энергий**



Участники эксперимента

- **Лаборатория мезоатомов**
- **Группа нуклон-ядерных взаимодействий**
- **Ускорительный отдел ОФВЭ**

Проект МНТЦ #1405

Менеджер проекта В.Г. Вовченко

The background is a dark blue field filled with various sizes of semi-transparent gear icons. In the top-left corner, there is a vertical strip with a colorful, abstract pattern, and a single gear icon with a sun-like gradient inside it.

Участники эксперимента

От лаборатории мезоатомов:

Л.А. Вайшнене

Н.П. Волков

Ю.А. Гавриков

А.А. Котов

Д.Л. Николаев

С.И. Труш

А.И. Щетковский



Эксперимент выполнен на
синхроциклотроне **ПИЯФ РАН**

Энергия протонов:
200 - 1000 МэВ (с шагом **100 МэВ**)

Впервые измерены энергетические зависимости
сечений деления ядер:

**^{209}Bi , $^{\text{nat}}\text{Pb}$, ^{233}U , ^{235}U ,
 ^{238}U , ^{232}Th , ^{237}Np , ^{239}Pu .**



Вклад лаборатории мезоатомов

Разработка методик:

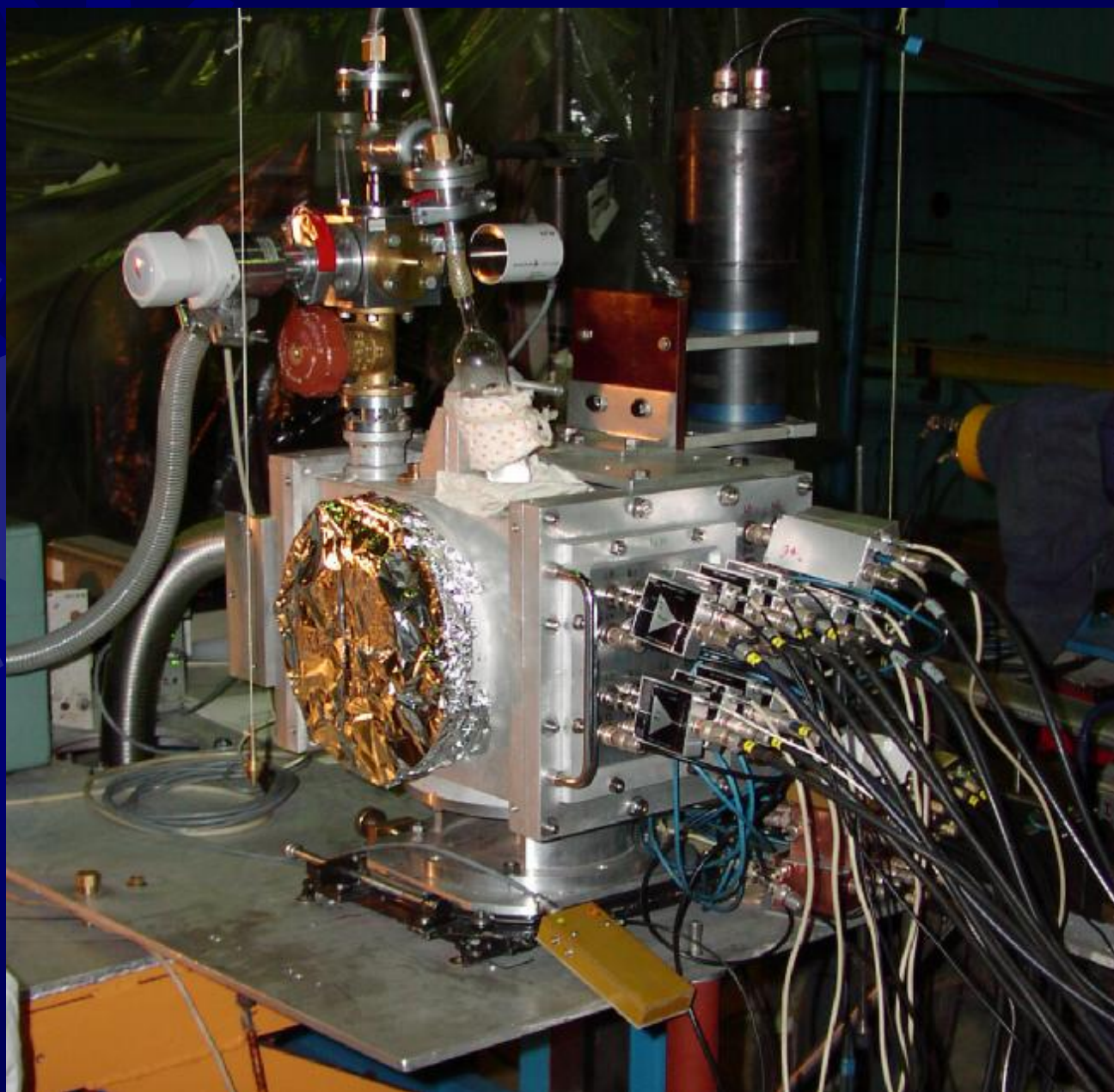
- идентификации процесса деления,
- измерения полных сечений деления,
- прецизионного мониторингования пучков протонов высокой интенсивности.



Вклад лаборатории мезоатомов

- Экспериментальная установка
- Система мониторинга пучков протонов
- Система измерения профилей пучков
- Установка для прецизионного измерения числа ядер в мишенях

Экспериментальная установка по измерению сечений деления



Публикации

A.I. Chtchetkovski, Yu.A. Gavrikov, A.A. Kotov, L.A. Vaishnene, V.G. Vovchenko, O.Y. Fedorov, T. Fukahori, V.V. Poliakov, Yu.A. Chestnov. “Method of measurement of cross sections of heavy nuclei fission induced by intermediate energy protons”, Physica Scripta, T104, с. 101-104, (2003).

Л.А. Вайшнене, В.Г. Вовченко, Ю.А. Гавриков, А.Ю. Дорошенко, А.А. Котов, В.В. Поляков, О.Я. Фёдоров, Т. Фукахори, Ю.А. Честнов, А.И. Щетковский. “Экспериментальное исследование энергетической зависимости сечений деления тяжелых ядер протонами промежуточных энергий”, to be published in Известия Академии наук, серия физическая, (2003).

Л.А. Вайшнене, В.Г. Вовченко, Ю.А. Гавриков, А.А. Котов, В.И. Мурзин, В.В. Поляков, С.И. Труш, О.Я. Федоров, Ю.А. Честнов, А.В. Шведчиков, А.И. Щетковский.

“Мониторирование протонных пучков при измерении полных сечений деления атомных ядер”, Препринт ПИЯФ–2532, Гатчина-2003.



Доклад на конференции

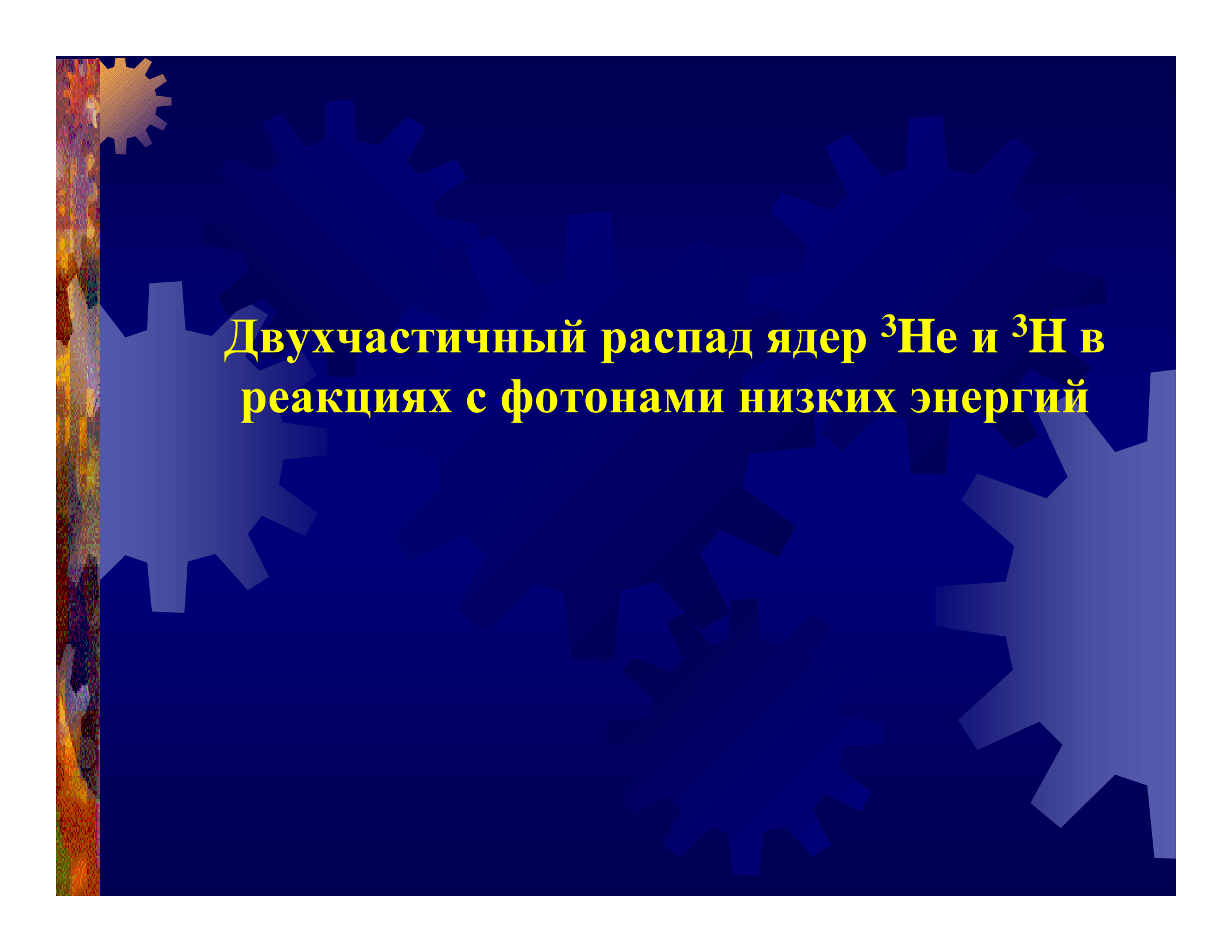
XVI-th International Workshop on Physics of Nuclear Fission

IPPE, Obninsk, Russia, Oct.7-9, 2003

A. Kotov, T. Fukahori, Yu. Gavrikov, L. Vaishnene, V. Vovchenko,
O. Fedorov, V. Poliakov, Yu. Chestnov, A. Shchetkovskiy

Experimental Study of Energy Dependence of Total Fission
Cross Sections

Induced by Intermediate Energy Protons for
 ^{233}U , ^{235}U and ^{238}U Nuclei.

The background is a dark blue gradient with several semi-transparent, overlapping gears of various sizes. In the top-left corner, there is a stylized sun with a textured, golden-brown surface and a gear-like outline.

**Двухчастичный распад ядер ^3He и ^3H в
реакциях с фотонами низких энергий**



Участники эксперимента

- **Лаборатория мезоатомов ОФВЭ ПИЯФ РАН**
- **Институт физики Лундского Университета (Швеция)**
- **Университет Джорджа Вашингтона (США)**
- **Массачусетсткий Университет (США)**
- **Саскачеванская Лаборатория (Канада)**

Участие лаборатории мезоатомов

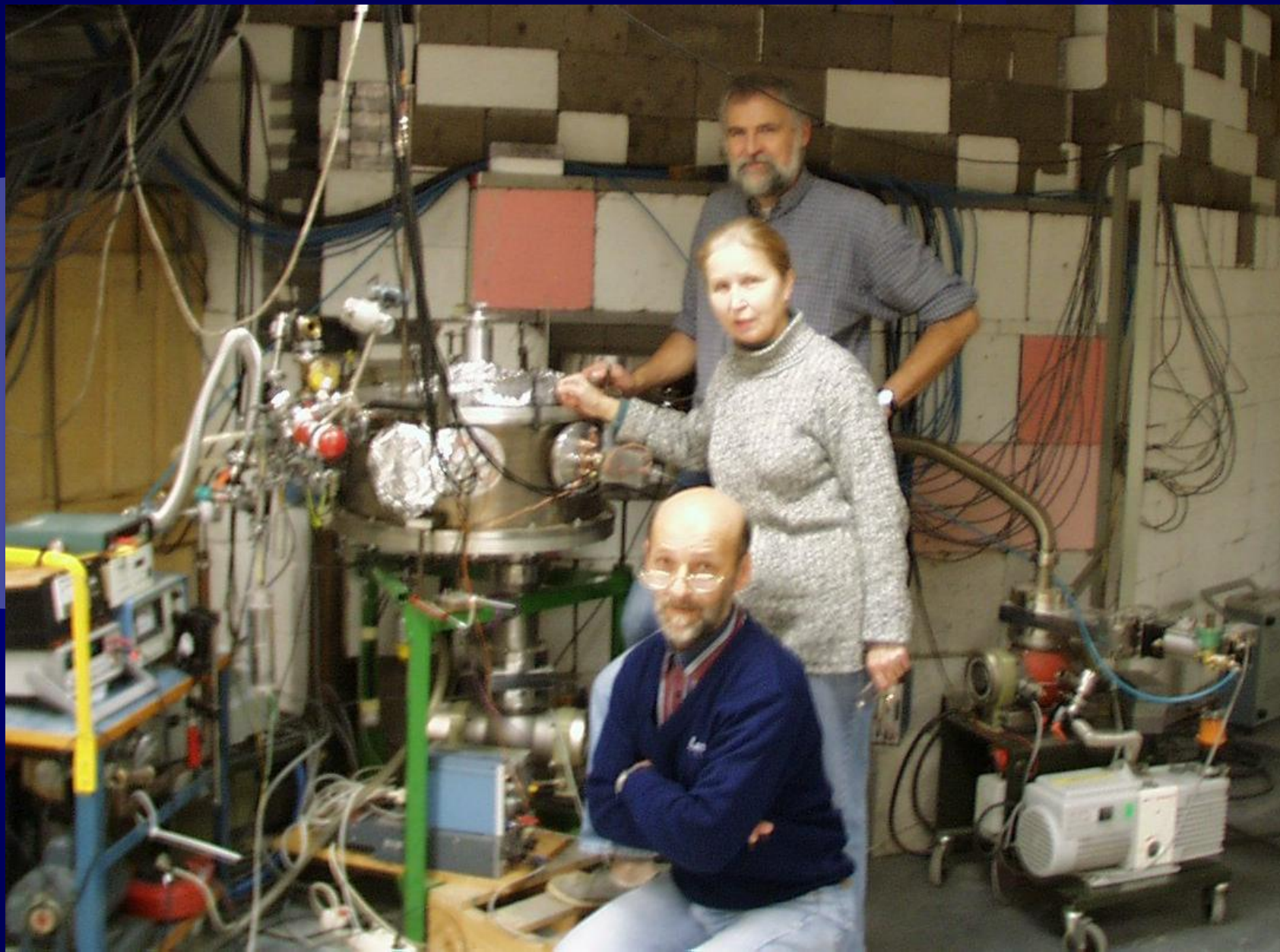
- Создание уникальной экспериментальной установки для регистрации и идентификации легких заряженных частиц
- Проведение измерения сечений реакций ${}^3\text{He}(\gamma, d) p$ и ${}^3\text{H}(\gamma, d) n$ на пучке меченых фотонов с энергиями 10 - 30 МэВ
- Обработка и анализ полученных результатов


Публикации

M.Karlsson, J.-O.Adler, M.Anderson, K.Fissum, K.Hansen, L.Isaksson, P.Lilja,
B.Lindner, B.Nilsson, D.Nilsson, A.Sandell, B.Schroeder,, A.Kotov, G.Petrov,
L.Vaishnene, B.Berman, W.Briscoe, G.Feldman,I.Strakovsky, G.O’Rielly, J.Calarco,
V.Avdeichikov, D.Hornidge, N.Kolb.

“Two-body Photodisintegration of ^3He and ^3H ”. MAX-Lab Activity Report 2002,
p. 392-393. 2003

Экспериментальная установка (Лунд, МАХlab)



The background is a dark blue gradient with several semi-transparent gear icons of various sizes scattered across it. In the top-left corner, there is a small, stylized sun-like gear icon with a textured, golden-brown appearance. On the far left edge, there is a vertical strip of a colorful, abstract, pixelated pattern.

Исследование процесса деления тяжелых ядер на пучках квазимонохроматических нейтронов промежуточных энергий



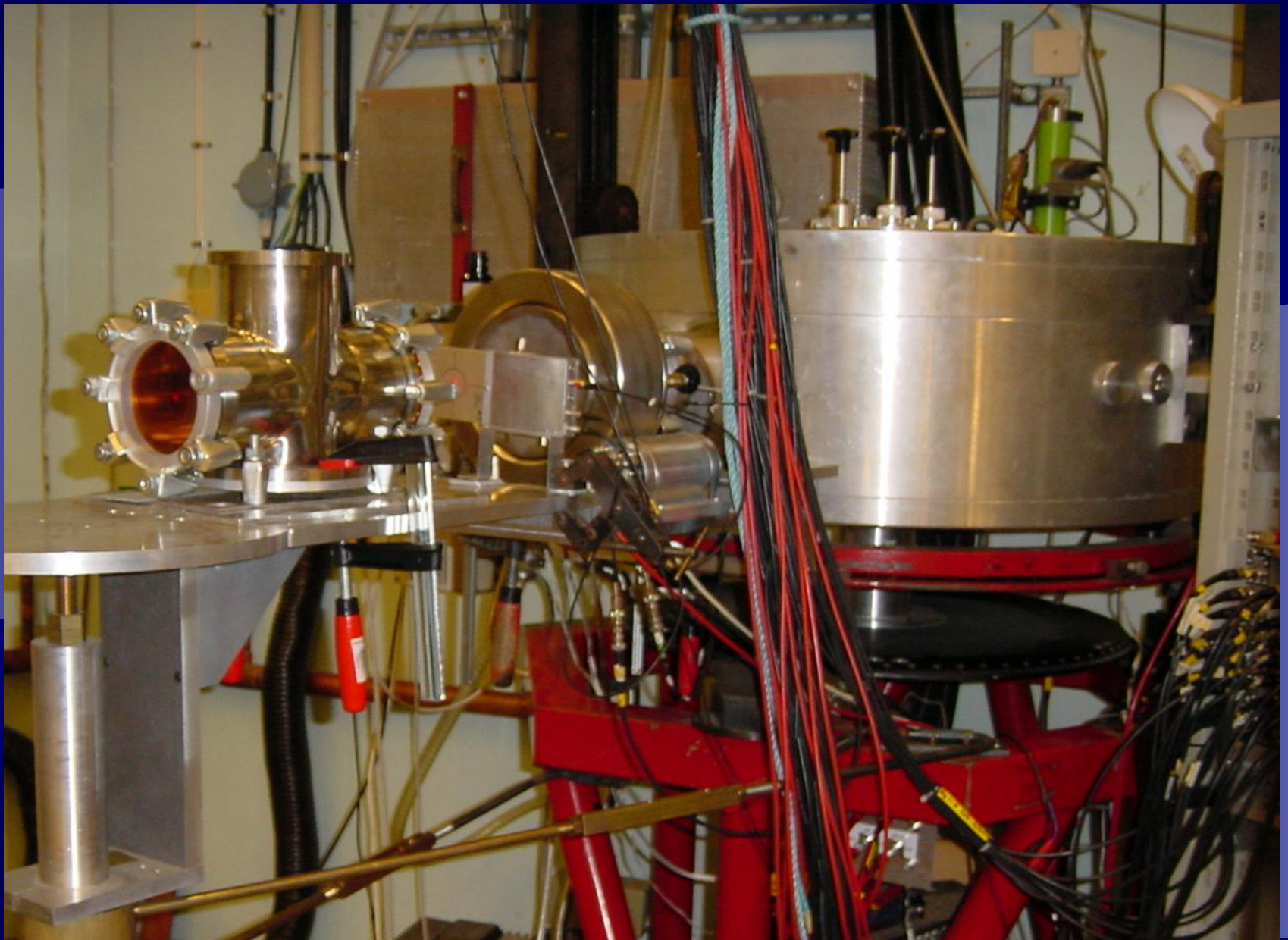
Участники эксперимента

- **Лаборатория мезоатомов ОФВЭ ПИЯФ РАН**
- **Лаборатория Сведберга Уппсальского Университета (Швеция)**
- **Лаборатория нейтронных исследований Уппсальского Университета (Швеция)**

Участие лаборатории мезоатомов

- Создана экспериментальная установка для измерения сечений деления тяжелых ядер
- Проведены тестовые измерения сечений деления ^{238}U при энергиях нейтронов 20 и 175 МэВ
- Измерены спектры монохроматических нейтронов при энергиях 20 и 175 МэВ

Экспериментальная установка (Svedberg lab, Uppsala)





Доклад на конференции

The Workshop on the Nuclear Data for the
Transmutation of Nuclear Waste,
GSI-Darmstadt, Germany, Sept. 2-5, 2003.

A.Prokofiev, S.Pomp, U.Tippavan, B.Bergenwall, S.Dangtip, L.Einarsson,
Yu.Gavrikov, T.Germann, A.Hildebrand, C.Johansson, A.Kotov,
P.Mermod, L.Vaishnane, M.Osterlund, J.Blomgren.

A new Facility for Heavy-Energy Neutron-Induced
Fission Studies