

*Отчет о работе группы
нуклон-ядерных взаимодействий*

2009 г.

Состав группы

Вовченко В.Г. – в.н.с., д.ф.-м.н., - руководитель группы,

Ковалев А.И. с.н.с., к.ф.м.н.,

Поляков В.В. с.н.с. , к.ф.м.н.,

Солякин Г.Е. с.н.с. , к.ф.м.н.,

Федоров О.Я. с.н.с. , к.ф.м.н.,

Честнов Ю.А. с.н.с. , к.ф.м.н.,

Траутман В.Ю. н.с.

Шведчиков А.В. н.с.

Мурзин В.И. в. инж. эл.

Черная Е.Н. ст.л.-и.

Основные направления работы

**Исследование деления тяжелых ядер
протонами промежуточных энергий**

Измерения и анализ энергетической и изотопической зависимостей полных сечений деления свинца, урана и других тяжелых ядер. Анализ корреляции в процессах расщепления ядер протонами.

Упругое нуклон-нуклонное рассеяние

Фазовый анализ упругого *pp*-рассеяния.

Работы с поляризованными и криогенными мишенями

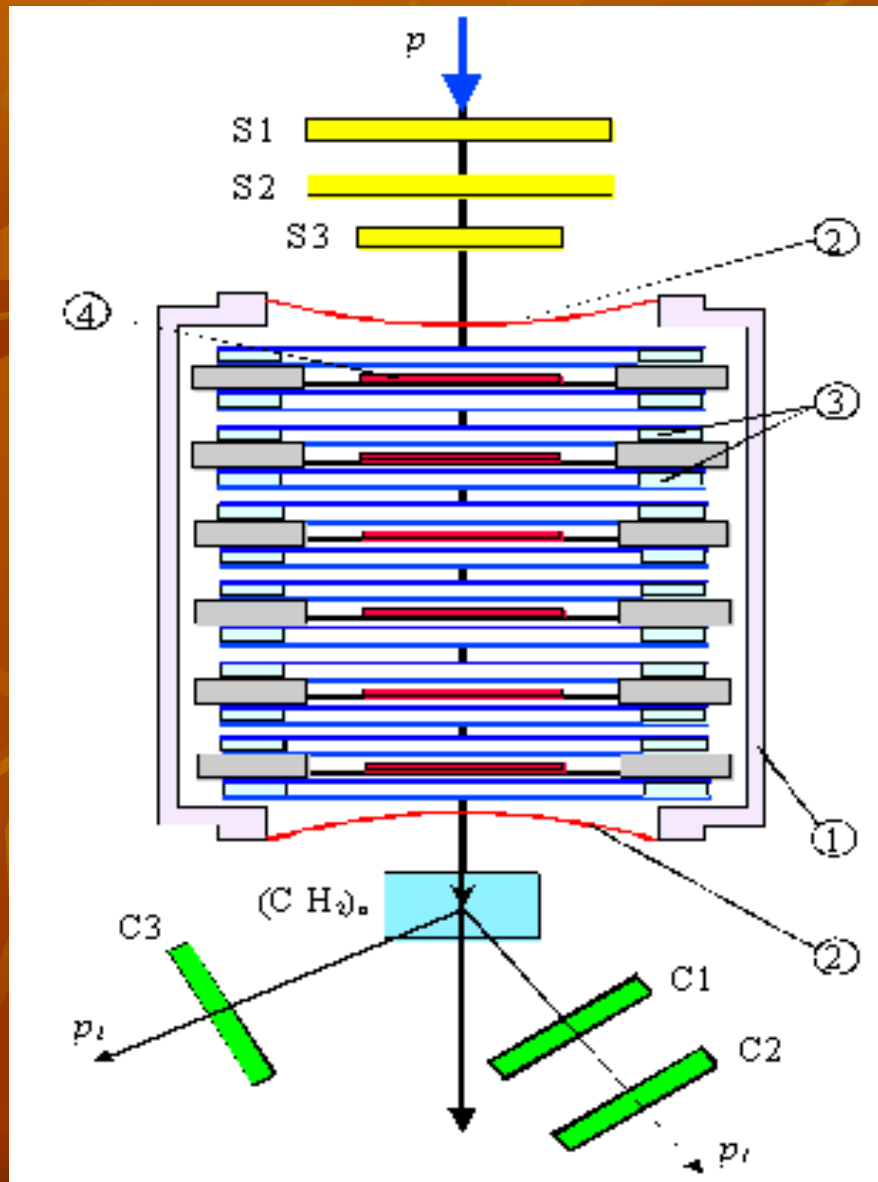
Участие в экспериментах других лабораторий

Деление ядер от ^{197}Au до ^{239}Pu
протонами
в области энергий 50 МэВ – 10 ГэВ

- Анализ энергетической зависимости сечений деления ядер от ^{197}Au до ^{239}Pu .
- Анализ изотопической зависимости полных сечений деления тяжелых ядер протонами и зависимости от параметра Z^2/A в диапазоне 200-1000 МэВ.
- Исследование каналов деления.

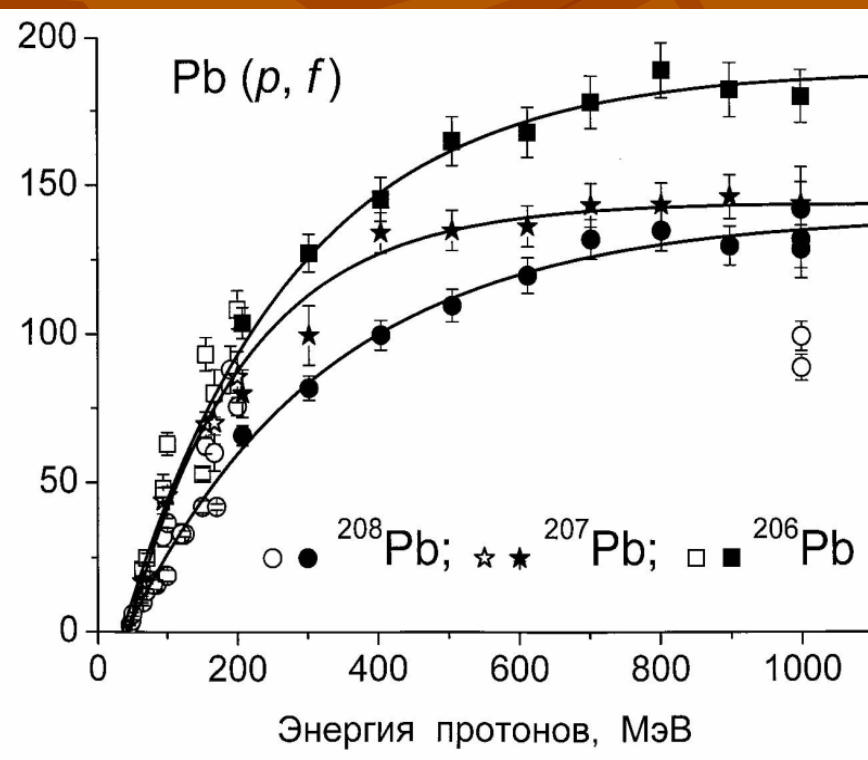
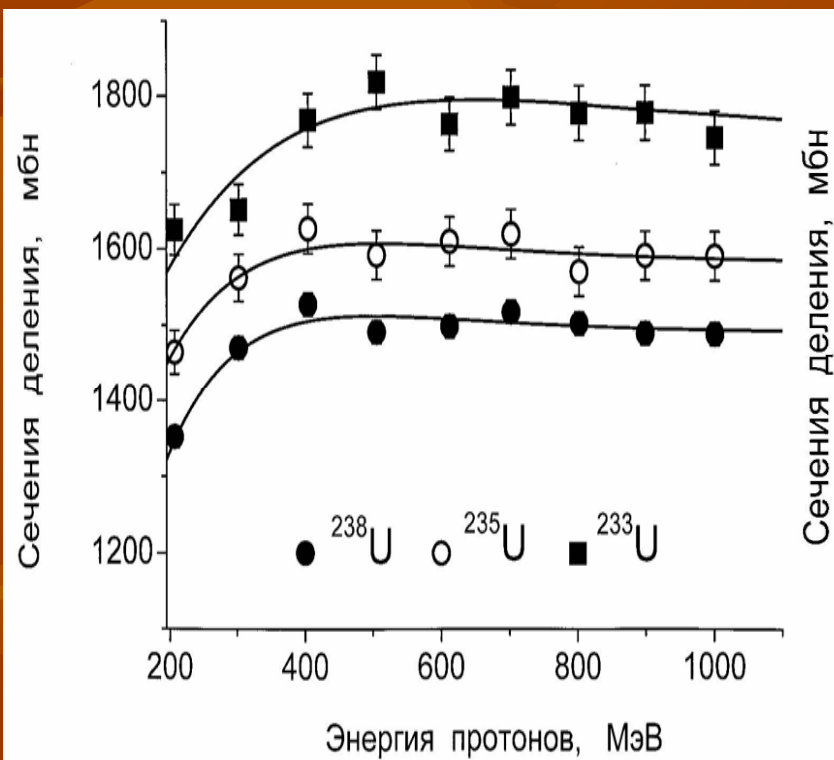
Схема экспериментальной установки

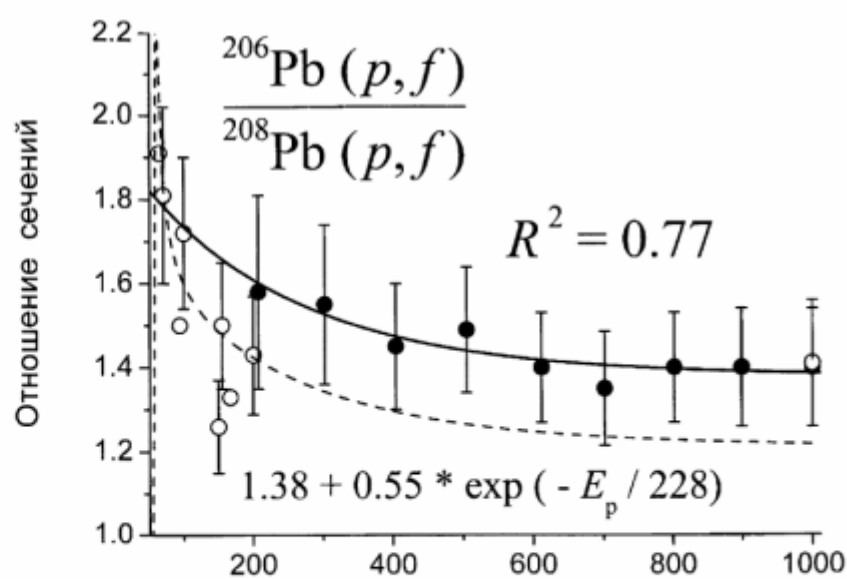
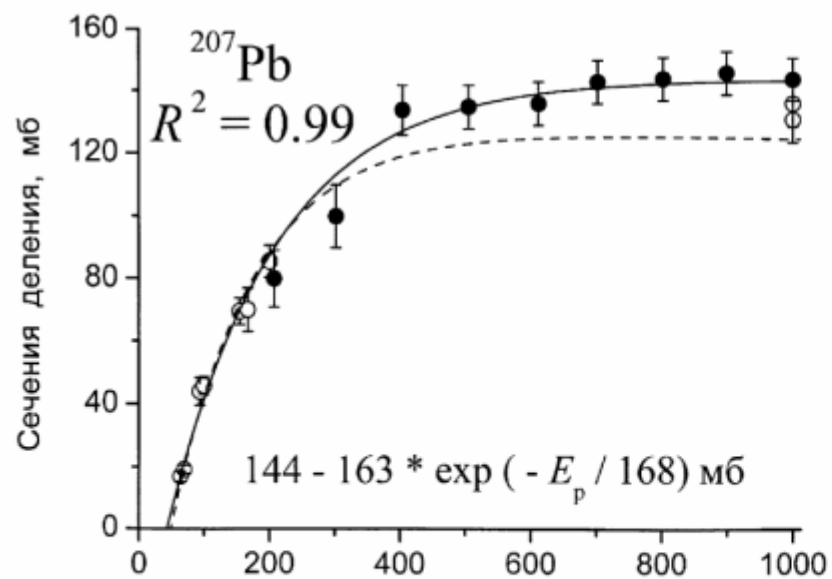
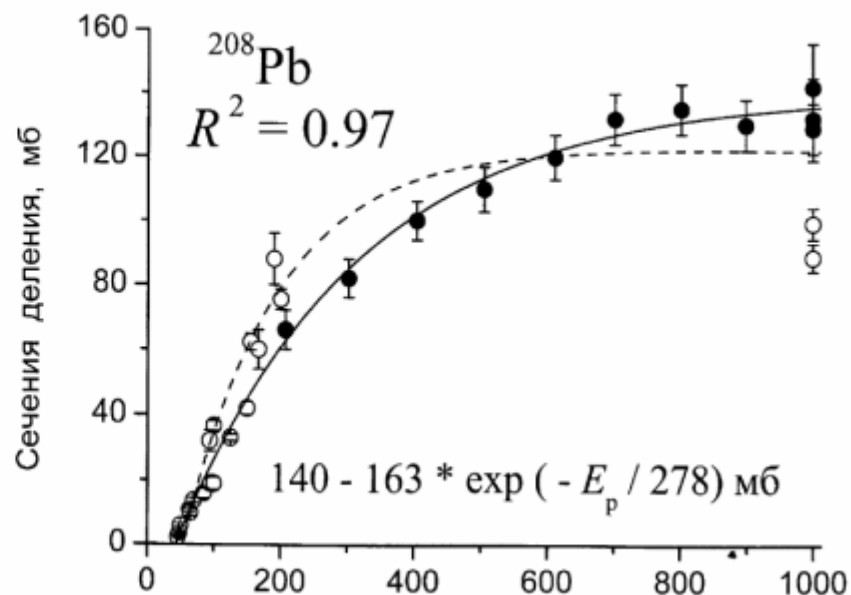
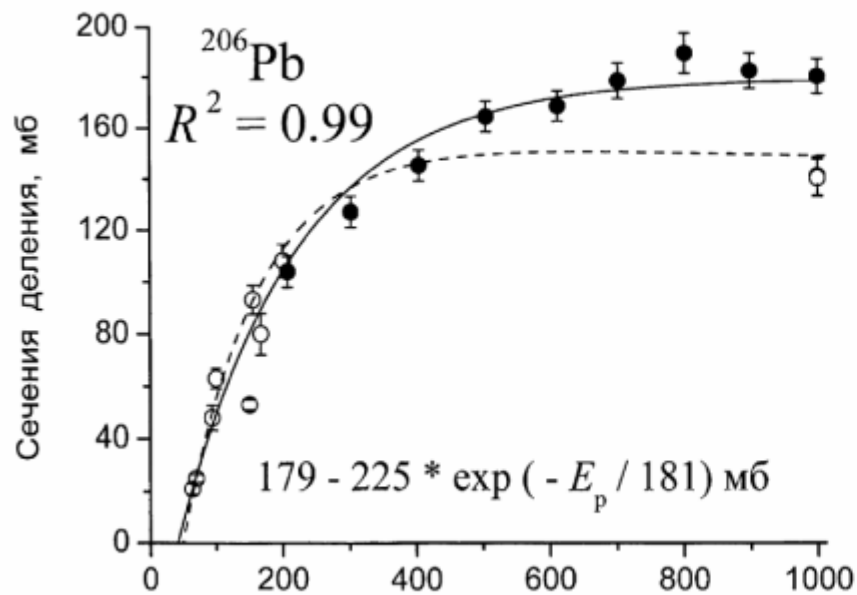
Измерение сечений: ^{197}Au , $^{206,207,208}\text{Pb}$, ^{238}U



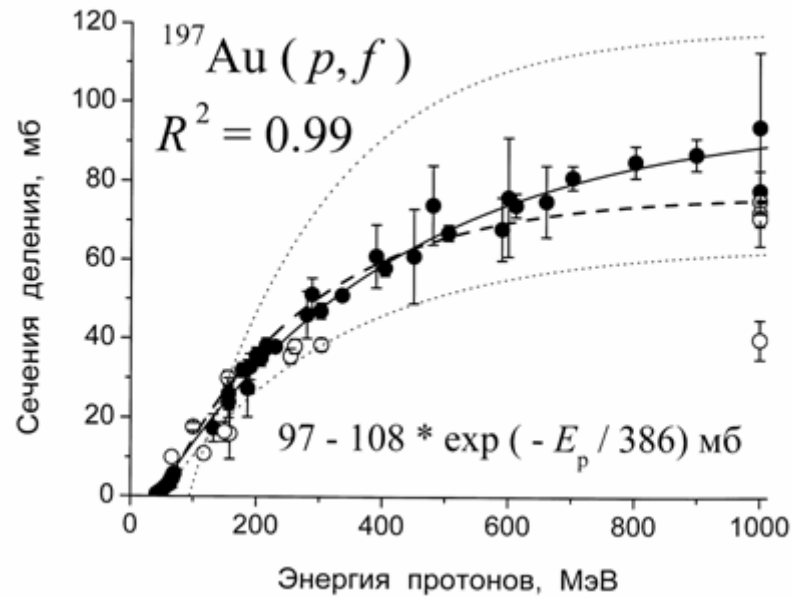
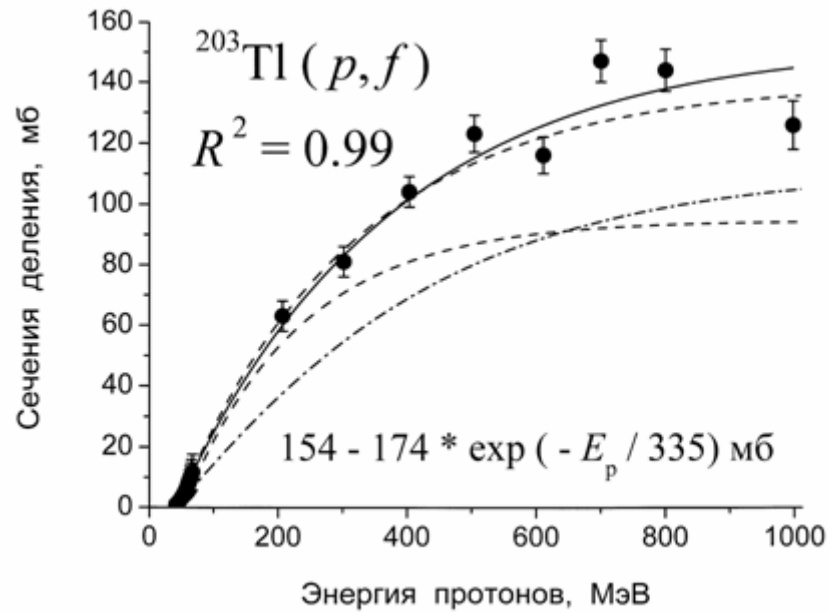
- 1 – камера, наполненная гептаном;
- 2 – входное окно;
- 3 – ППЛС;
- 4 – мишень;
- S1-S3, C1-C3 – СЦИНТИЛЛЯЦИОННЫЕ СЧЕТЧИКИ

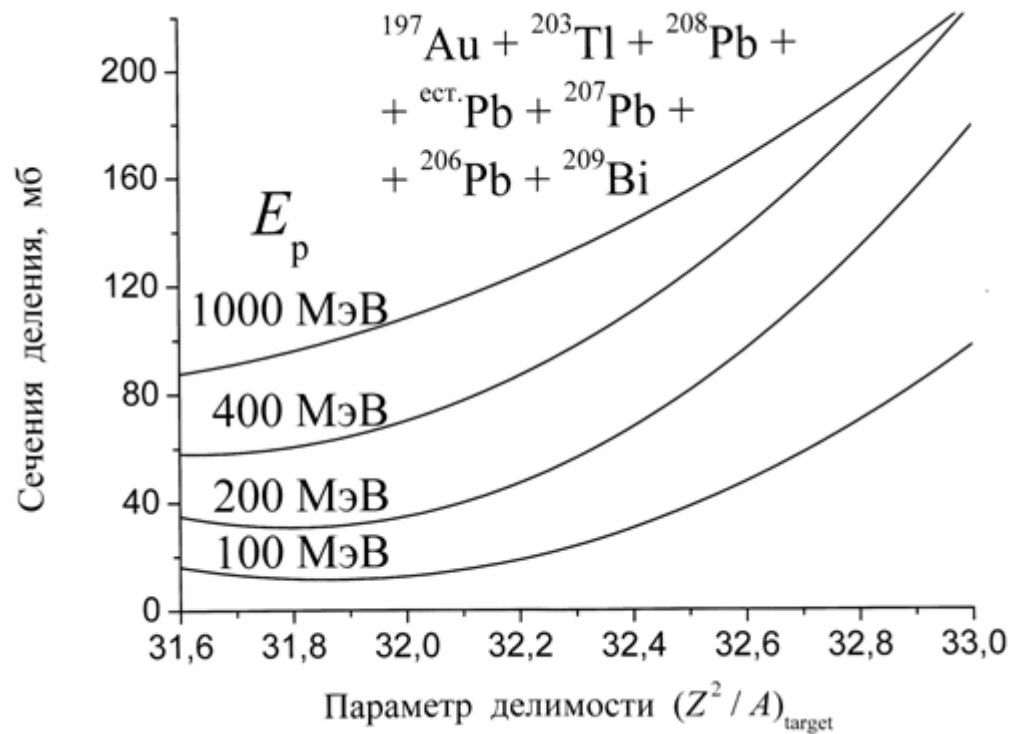
Изотопические зависимости сечений деления ядер урана и свинца протонами





Энергия протонов, МэВ





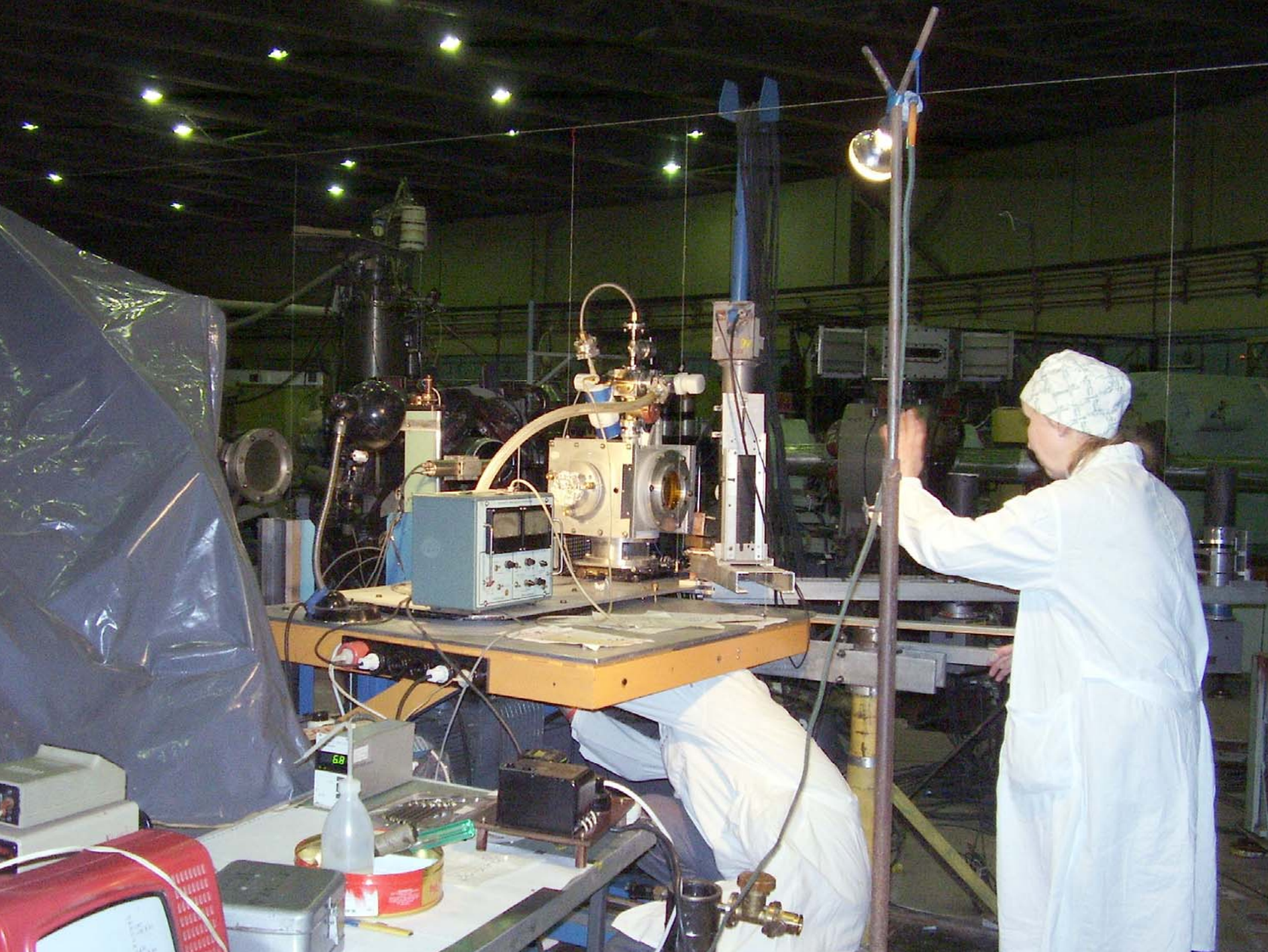
Резюме

- Возрастание сечений деления по мере уменьшения массового числа изотопа называется изотопическим эффектом. Для урана изотопический эффект $(3 \pm 1)\%$, а по абсолютной величине 20-30 mbarn. Для изотопов свинца эффект примерно в 10 раз сильнее чем для урана, по абсолютной величине те же 20-30 mbarn, но полные сечения деления изотопов свинца в 10 раз меньше.
- Были измерены полные сечения деления протонами ядер ^{203}Tl и ^{197}Au . Изотоп ^{203}Tl является двойником изотопа ^{208}Pb по параметру делимости (с точностью до 0.02 %) и энергетические зависимости сечений деления одинаковы в пределах погрешностей. Кроме того, значения сечений деления ядра ^{197}Au могут служить эталоном (монитором) при измерениях сечений деления ядер средней массы.
- На примере анализа сечений деления изотопов свинца и ядер ^{197}Au , ^{203}Tl , ^{209}Bi было показано, что изотопический эффект является следствием зависимости сечений от параметра Z^2/A -делимости.

Основные исполнители работ

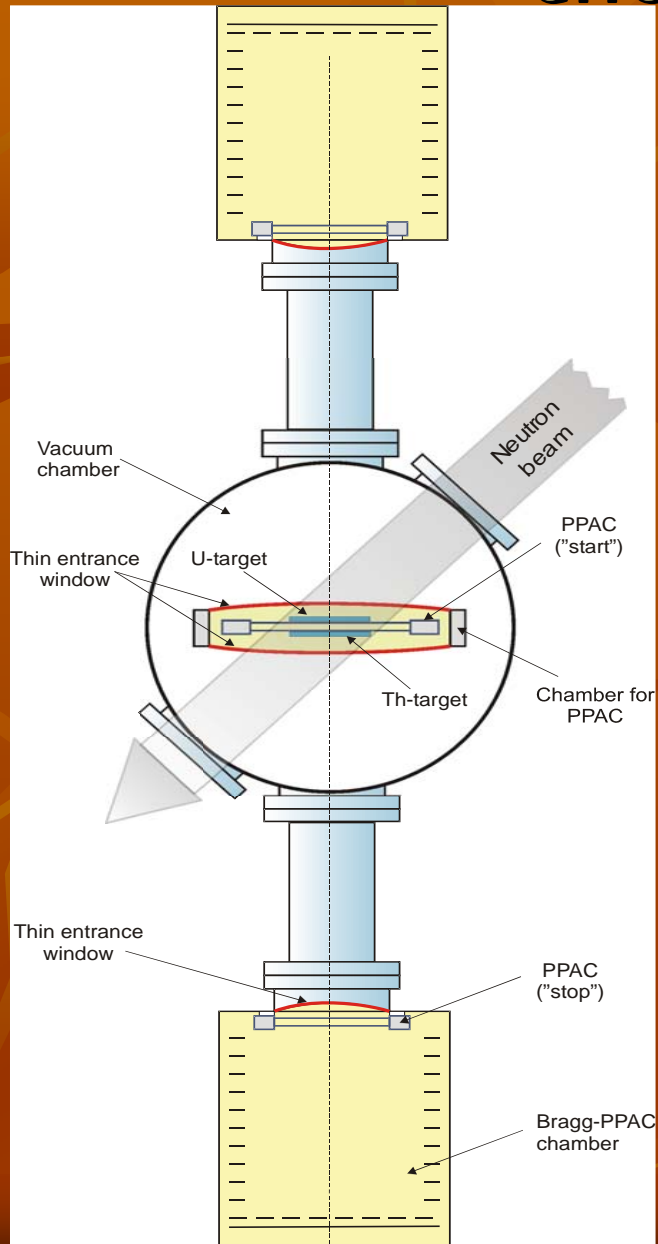
Л.А.Вайшнене, В.Г.Вовченко, Ю.А.Гавриков,
ОВ,

В.И.Мурзин, В.В.Поляков, М.Г.Тверской,
С.И.Труш, О.Я.Фёдоров, Ю.А.Честнов,
А.В.Шведчиков, А.И.Щетковский

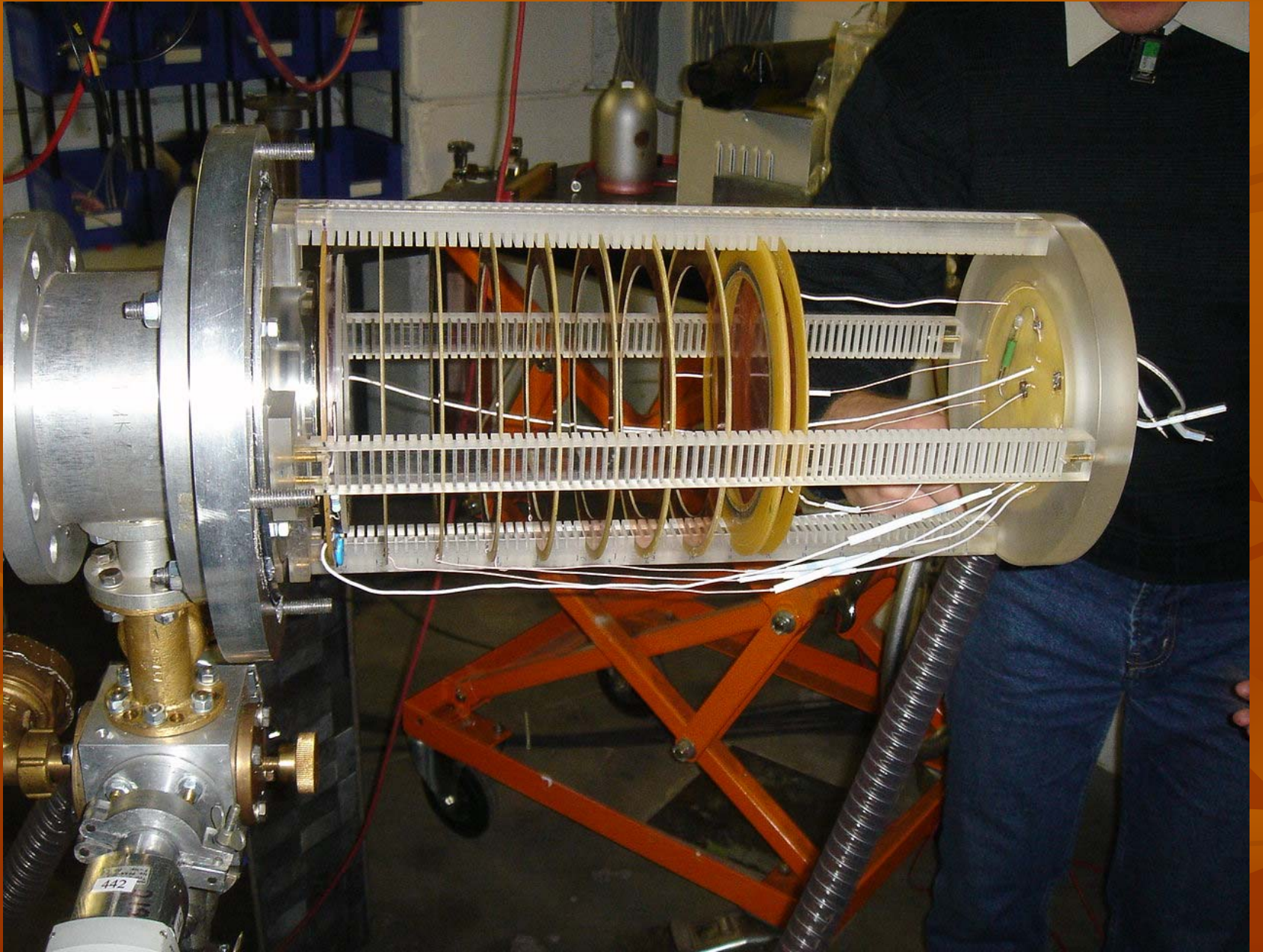


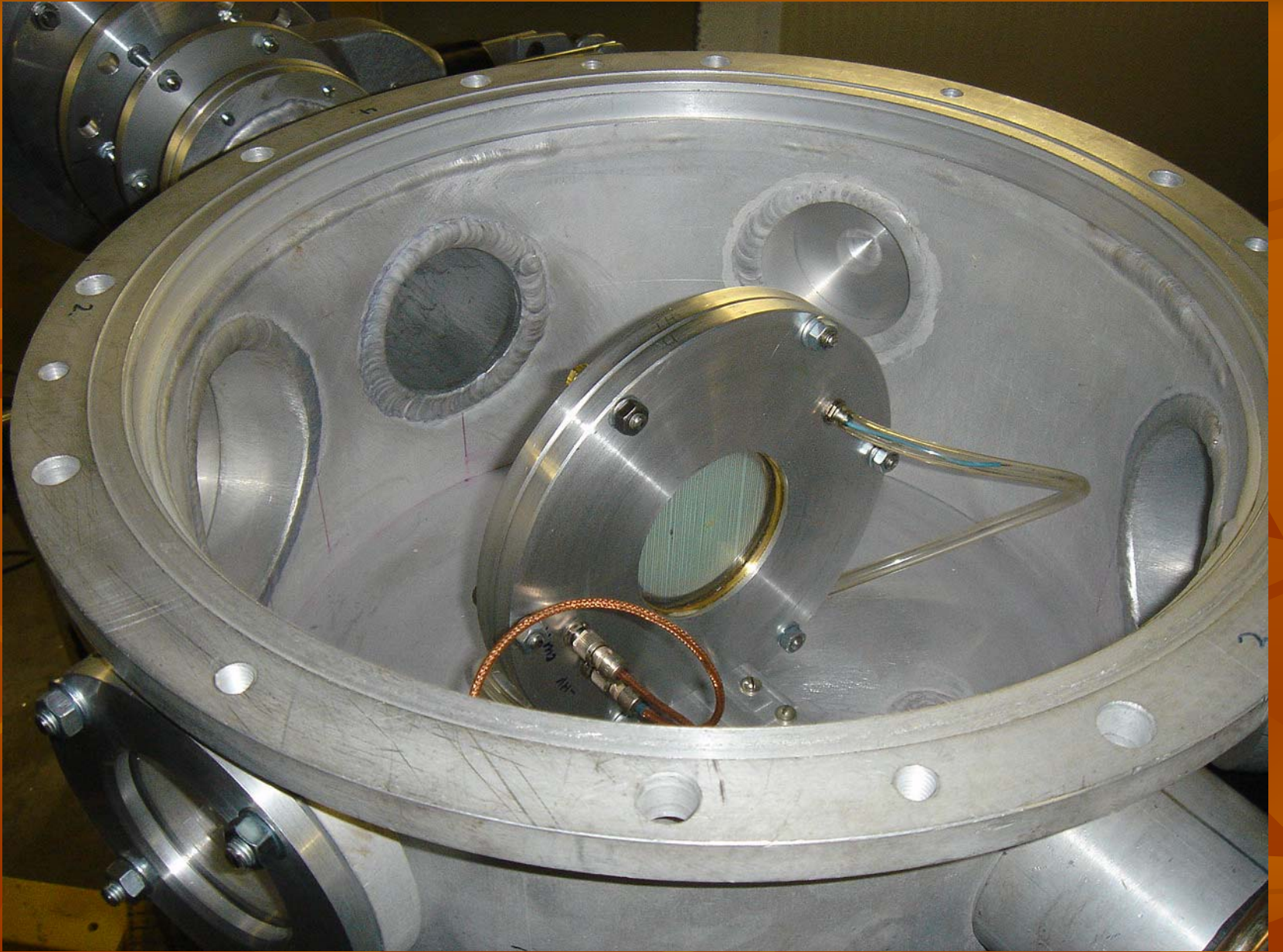


Двухплечевой времяпролетный спектрометр







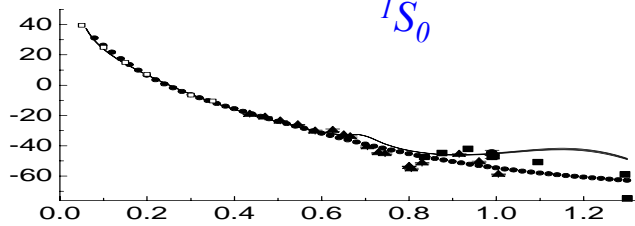


Фазовый анализ упругого pp -рассеяния

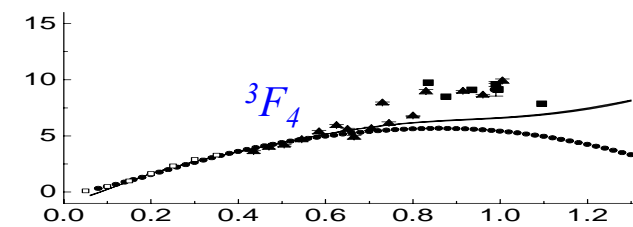
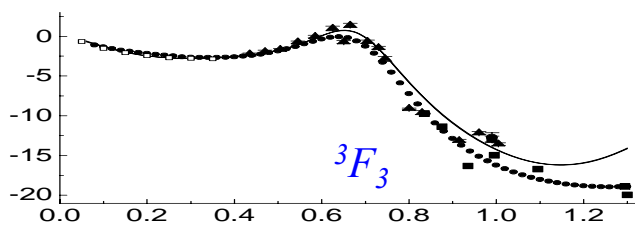
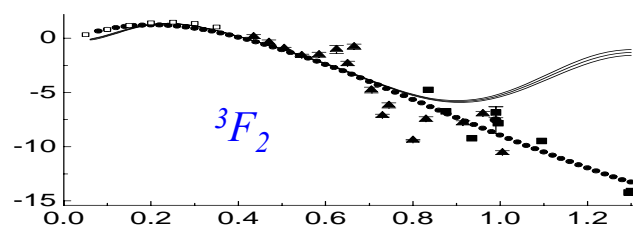
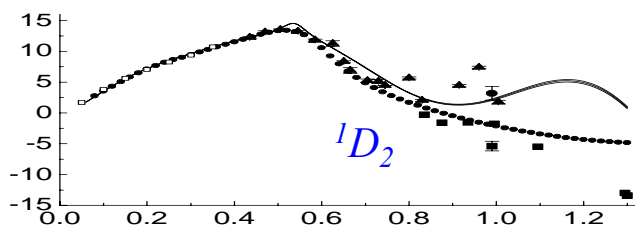
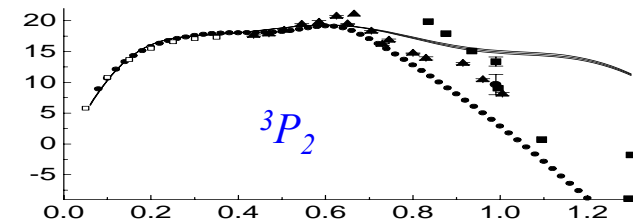
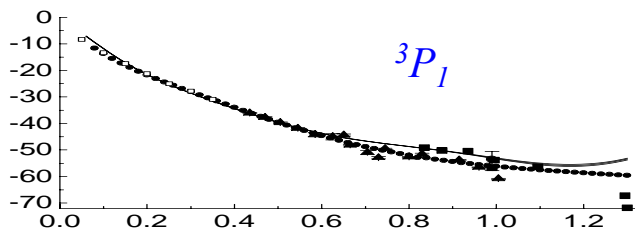
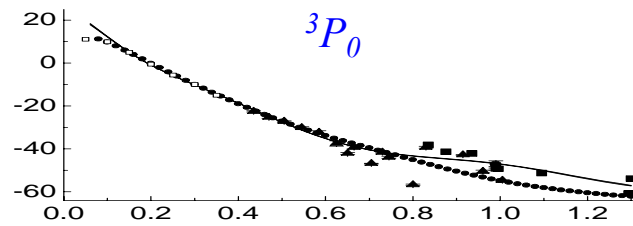
- Необходимо иметь программы для обработки данных по нуклон-нуклонному рассеянию. Фазовый анализ (ФА) является эффективным способом восстановления амплитуды нуклон-нуклонного рассеяния, методом обработки и сравнения разных поляризационных параметров.
- В ФА используется «классическое» представление матрицы рассеяния в форме «Стаппа и др.». Основой послужила программа ФА, созданная И.Н. Силиным и Ю.М. Казариновым. Анализ проводился с использованием 12 841 экспериментальных данных pp – взаимодействия в интервале энергий $100 \div 1\ 300$ МэВ. Реальные части фазовых сдвигов находились до $L_{\max} = 9$, мнимые до $L = 5$.
- В ФА использовались все данные по полному неупругому сечению (рождение пионов). При этом проводился индивидуальный поиск порогов неупругости для каждого состояния.

Реальные части фазовых сдвигов S - P - D - F -состояний.

град



град

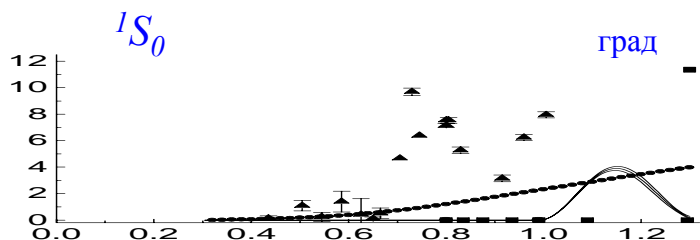


ГэВ

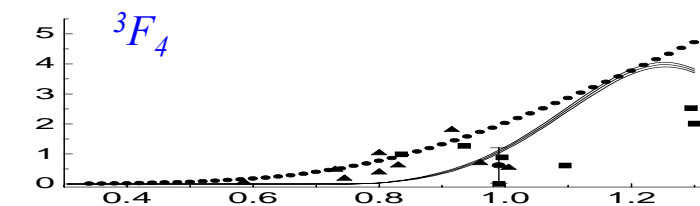
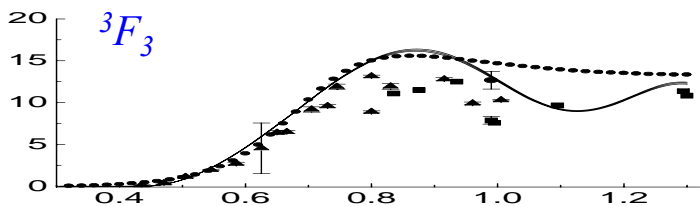
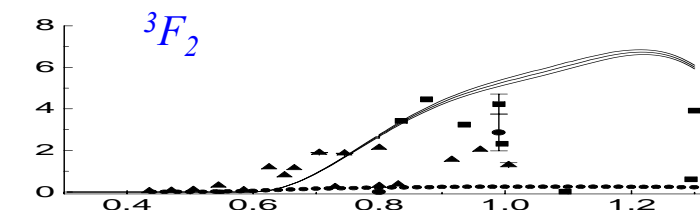
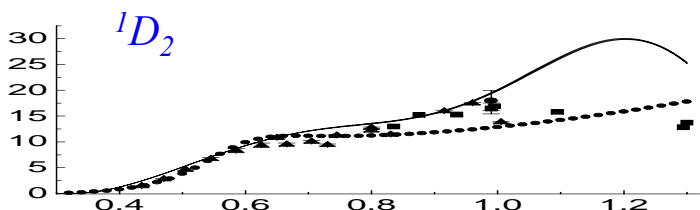
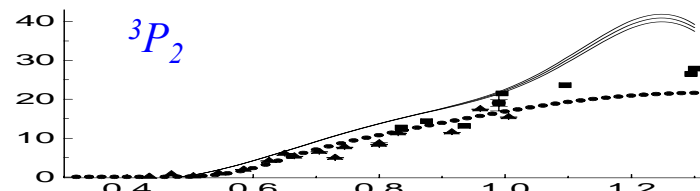
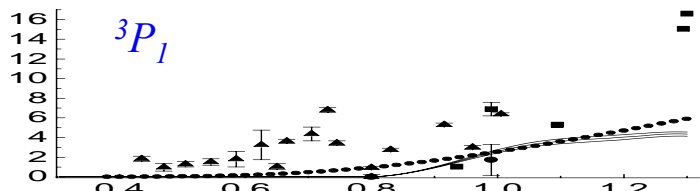
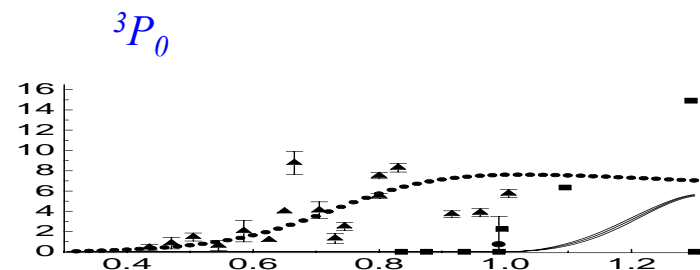
ГэВ

Мнимые части фазовых сдвигов состояний: $S-P-D-F..$

град



град



ГэВ

ГэВ

Предсказания ФА Диаграммы Аргана.

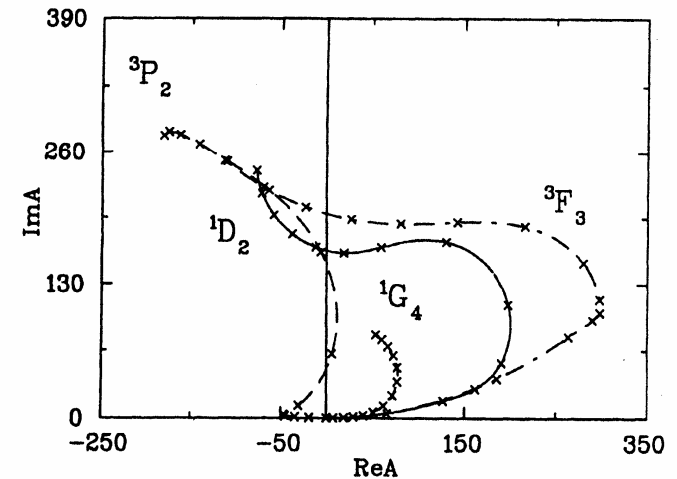
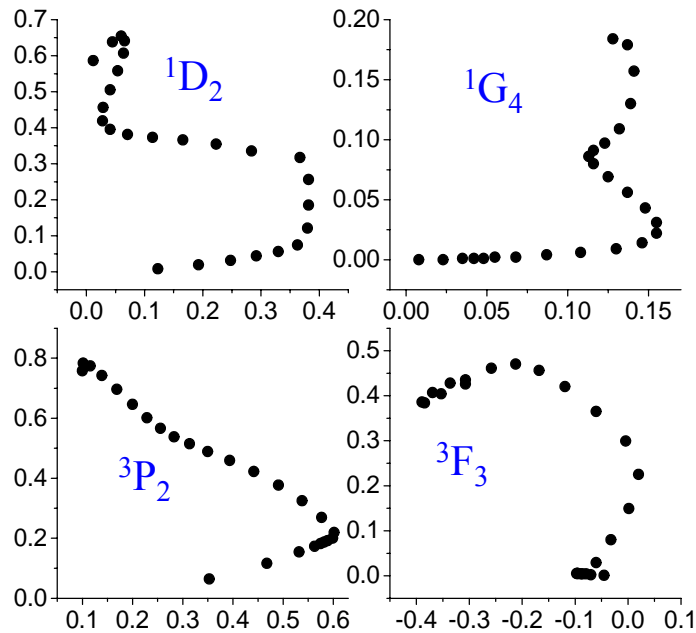
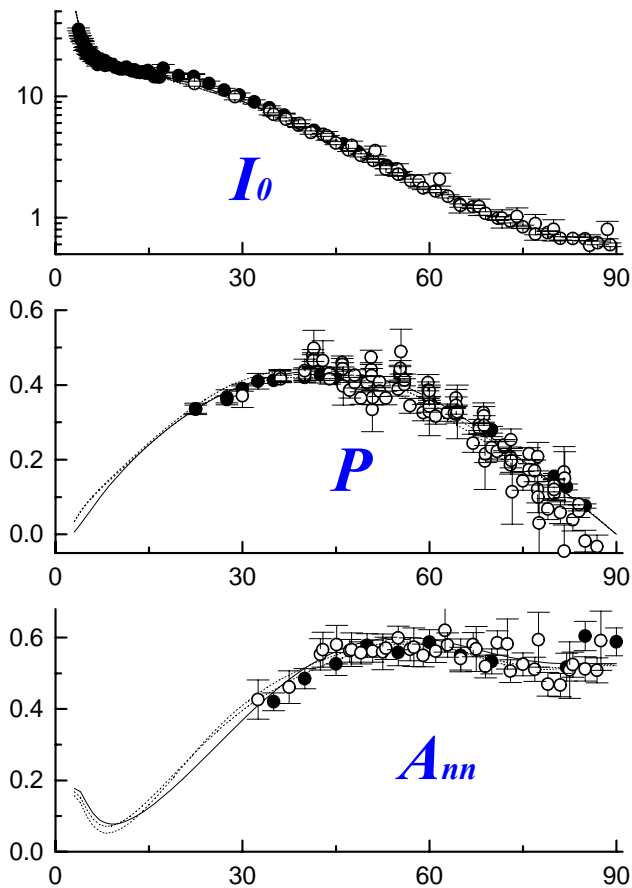


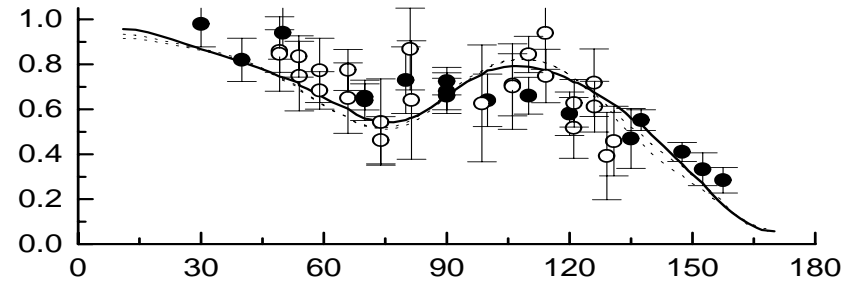
FIG. 3. Argand plot of the NN partial-wave amplitudes 1D_2 , 3P_2 , 3F_3 , and 1G_4 . (Compare Figures 7 of Refs. [47] and [48]). The "X" points denote 100 MeV steps. All amplitudes have been multiplied by a factor of 10^3 and are dimensionless.

Сечение I_0 , поляризация P и параметр A_{nn} при энергии 1ГэВ

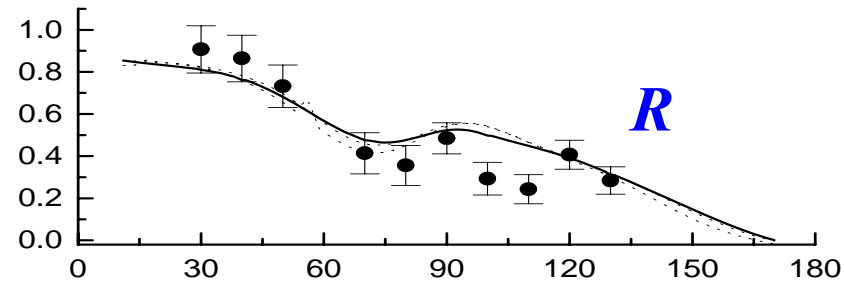


Параметры тройного рассеяния

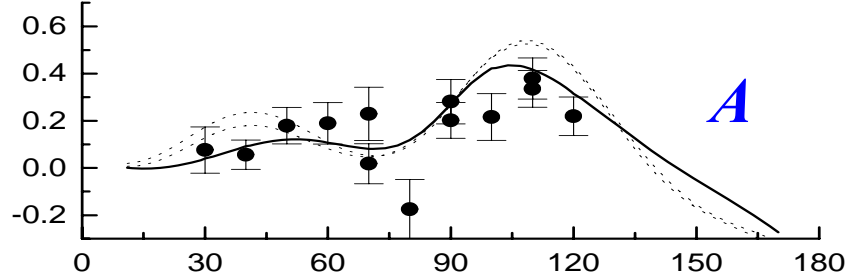
$D_{nn} (K_{nn})$



R



A



Участие сотрудников группы в работах Отделения Ф В Э

- Исследование влияния ядерной среды на характеристики NN-взаимодействия при энергии 1 ГэВ (лаборатория малонуклонных систем): Мурзин В.И., Фёдоров О.Я., Шведчиков А.В., Ковалев А.И., Траутман В.Ю.
- Исследование рассеяния пионов на водороде (лаборатория мезонной физики): Ковалев А.И., Траутман В.Ю., Шведчиков А.В.
- Проект ALICE: Поляков В.В.

Публикации

- 3 статьи + 4 доклада на конференциях
- 2 статьи приняты к печати в ЯФ и ИзвАН(ф)
- 2 препринта
- 2 выступления на семинарах ОФВЭ

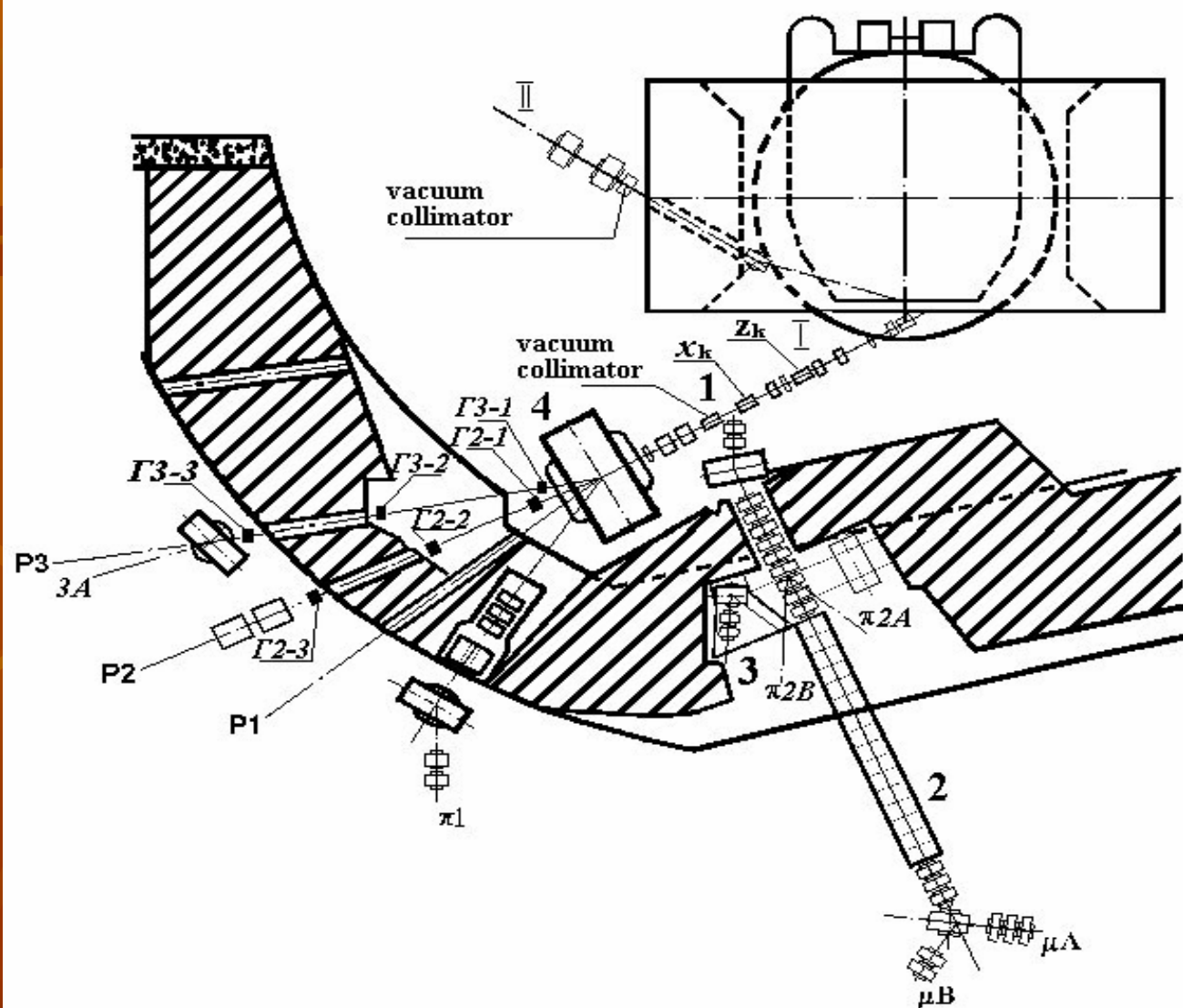
ПРОГРАММА РАБОТЫ НА 2010 г.

- Создать пучок нейтронов с энергией 400-900 МэВ на направлении синхроциклотрона ТР-1 для измерения сечений деления изотопов урана нейтронами.
- Отладка методики измерения сечений деления ядер актинидов релятивистскими нейтронами.
- Отладка и тестирование двухплечевого времяпролётного спектрометра с использованием изотопа ^{252}Cf и на протонном пучке.
- Провести модернизацию измерительной системы поляризованной мишени. Провести пробный

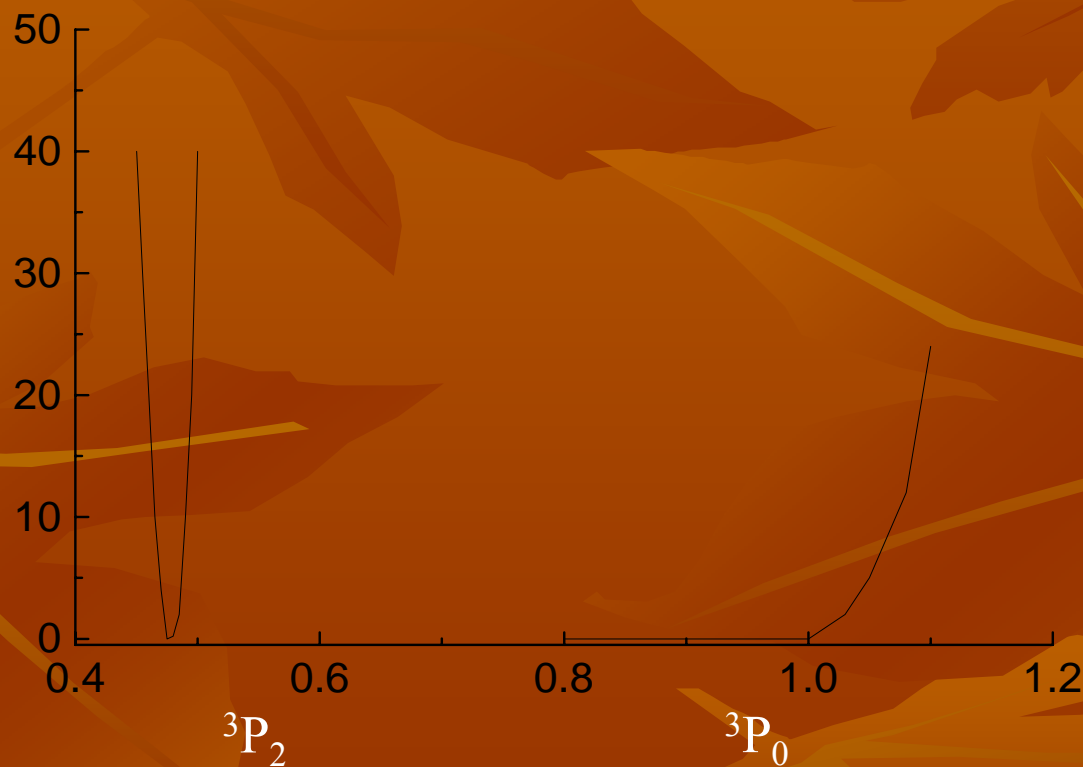
Возможность создания пучка нейтронов с энергией 400-900 МэВ

- Направление нейтронного пучка- ТР-1.
- Телесный угол системы регистрации: $(1.25 \div 2) \cdot 10^{-5}$ стер.
- Протонный пучок: 10^{12} пр/сек ; мишень: Ве, С или Сu – 10см (возможно: 10+15 см) угол вылета нейтронов: 7-8°.
- Энергия нейтронов: $E_n > 400$ МэВ;
интенсивность : до $2 \cdot 10^5$ н/сек.
- Мишени: изотопы урана, (возможно)-изотопы плутония.

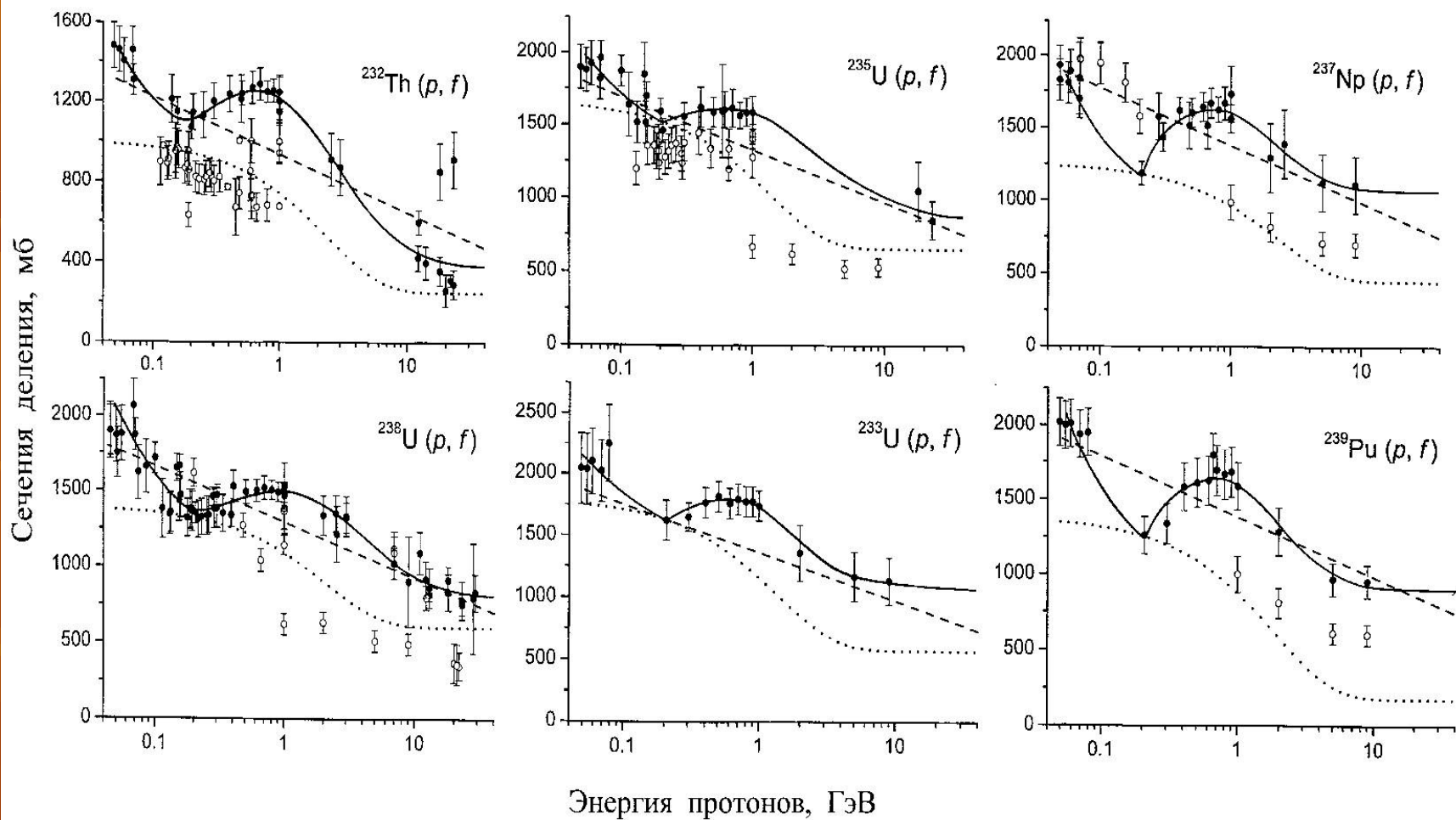
Схема вывода пучков в экспериментальный зал синхроциклотрона



Определение порогов неупругости для состояний 3P_2 и 3P_0

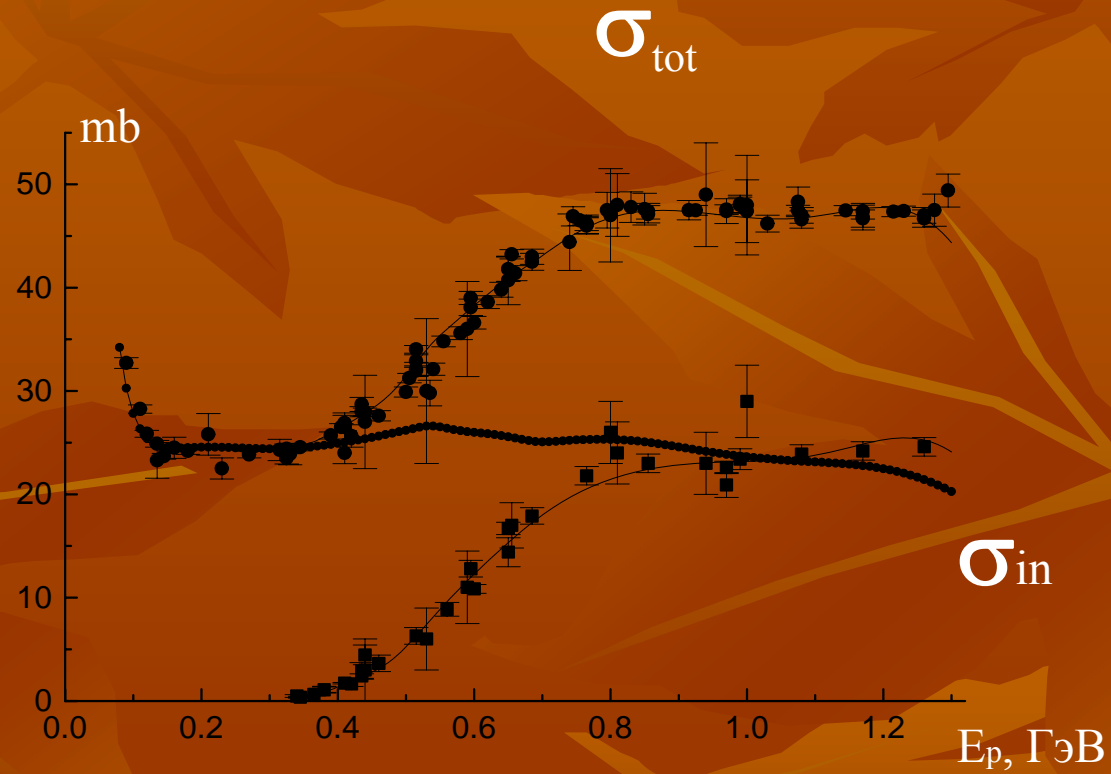


Энергетическая зависимость сечений деления актинилов



Ю. А. Честнов. // ЯФ 71, №12, с. 2052–2063 (2008).

Энергетическая зависимость полных сечений pp - взаимодействия: σ_{tot} и σ_{in}



Nuclear reaction	n_c	% of total statistics	θ_{mp}	S	$exp(-2S)$
^{252}Cf (sf)	0	99.6	0.8°	5130	1.4×10^{-4456}
$^{238}\text{U} + 1 \text{ GeV}$ proton	≥ 6	2.8 ± 0.3	$(17.3 \pm 2)^\circ$	10.8 ± 2.5	4.2×10^{-10}

