

*Отчет о работе группы
нуклон-ядерных взаимодействий*

2008 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.

Переверзев А.М. сл.м.-сб.р.

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.

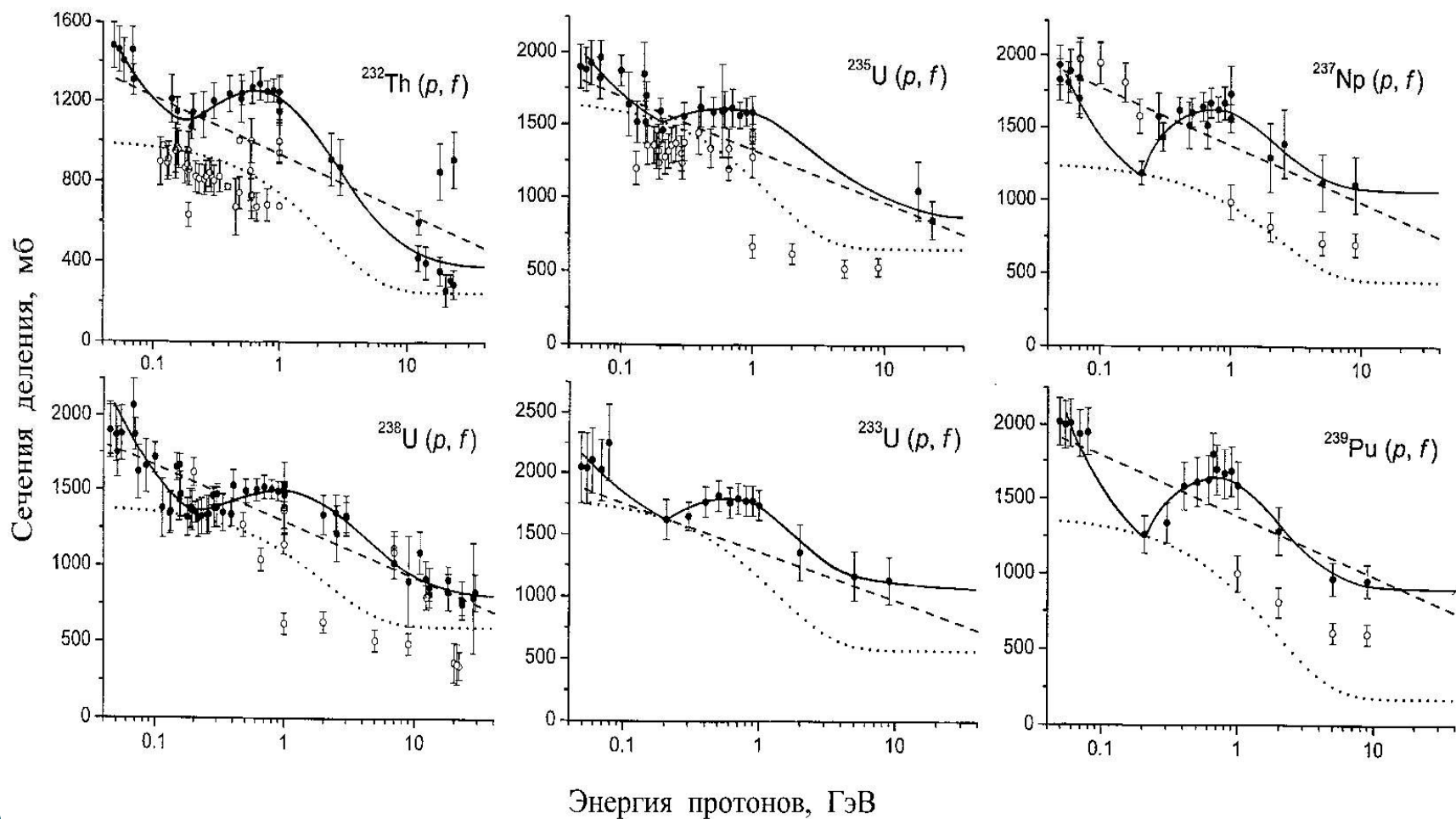
**Работы с поляризованными и криогенными
мишенями**

Участие в экспериментах других лабораторий

Деление тяжелых ядер протонами

- ▶ Анализ энергетической зависимости сечений деления актинидов в широкой области энергий (50-10 000 МэВ).
- ▶ Анализ изотопической зависимости полных сечений деления тяжелых ядер протонами и зависимости от параметра Z^2 / A в диапазоне энергий 200–1000 МэВ.
- ▶ Исследование каналов деления в области 50-10 000 МэВ.

Энергетическая зависимость сечений деления актинилов



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

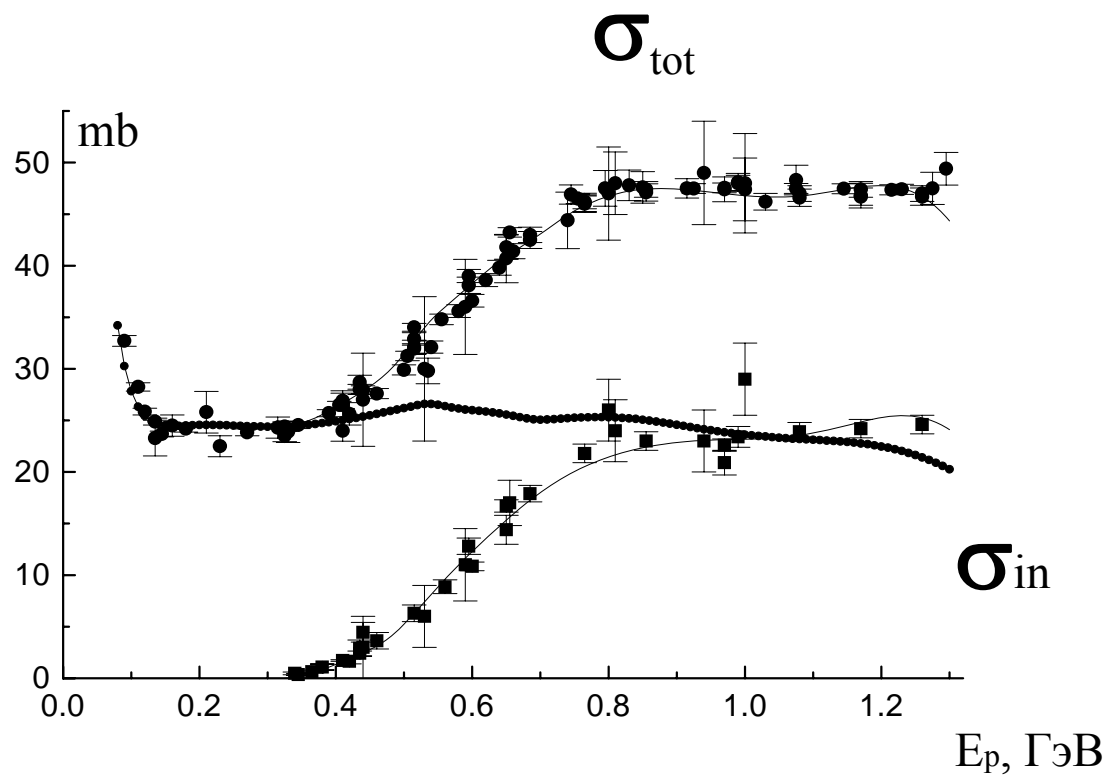
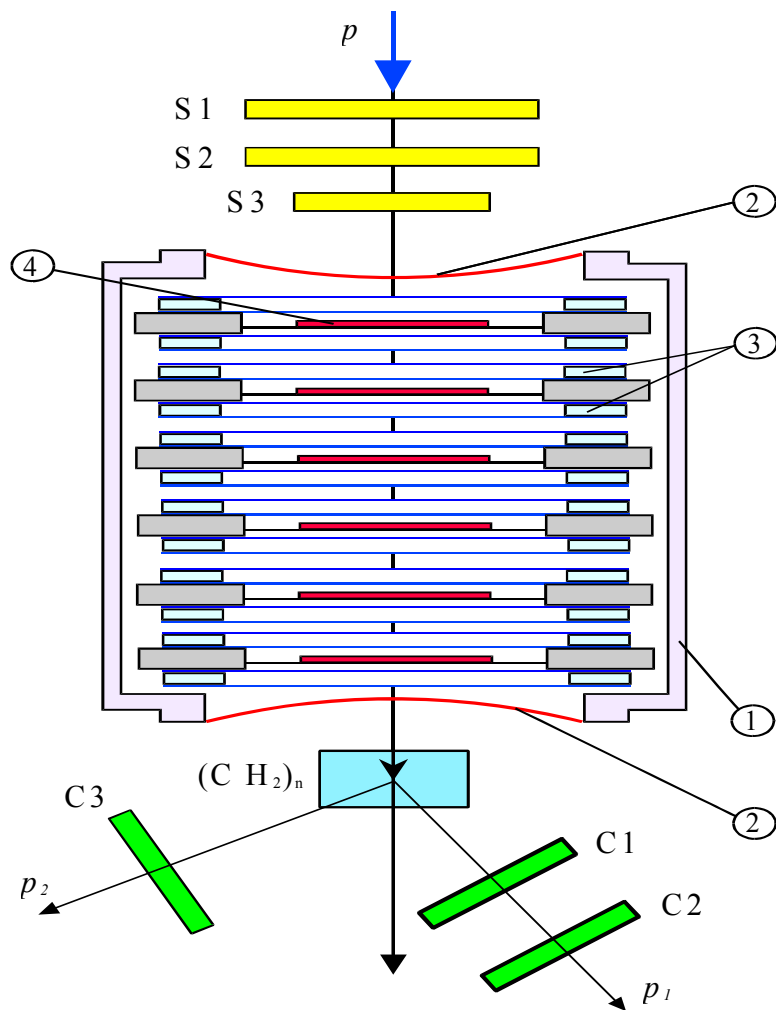
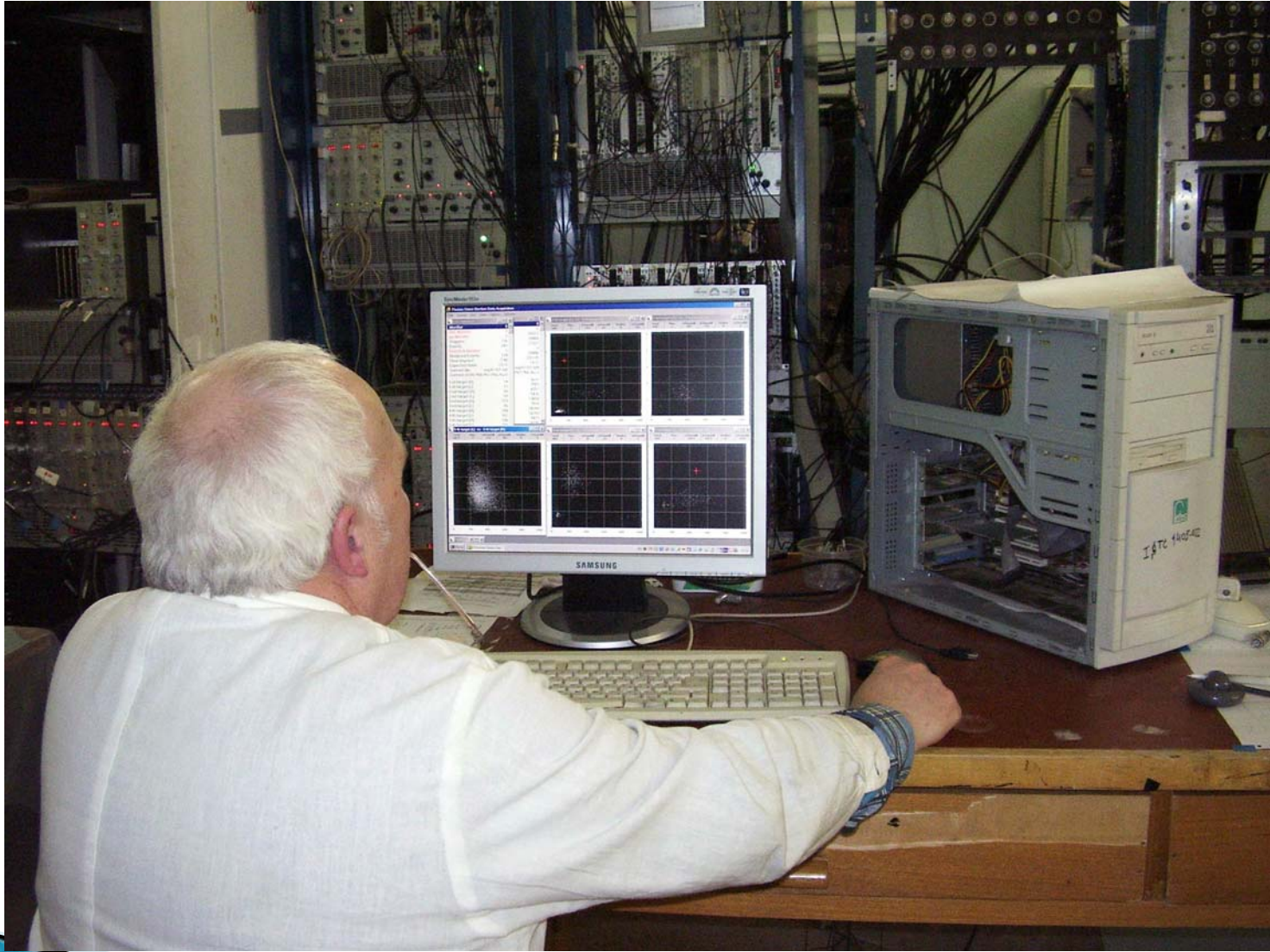


Схема экспериментальной установки

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



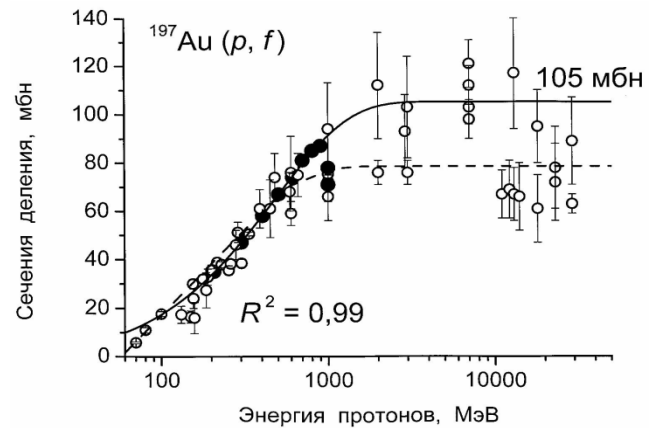
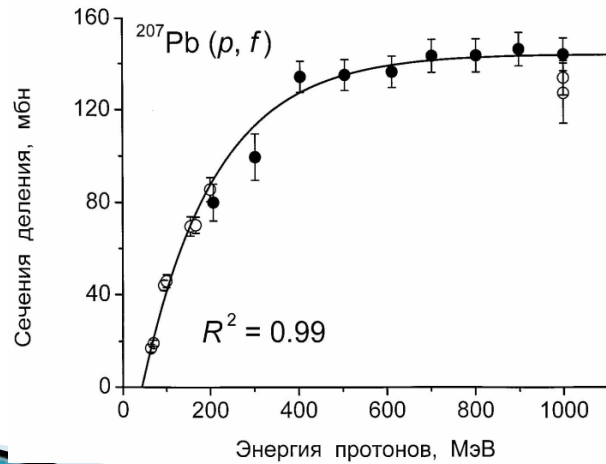
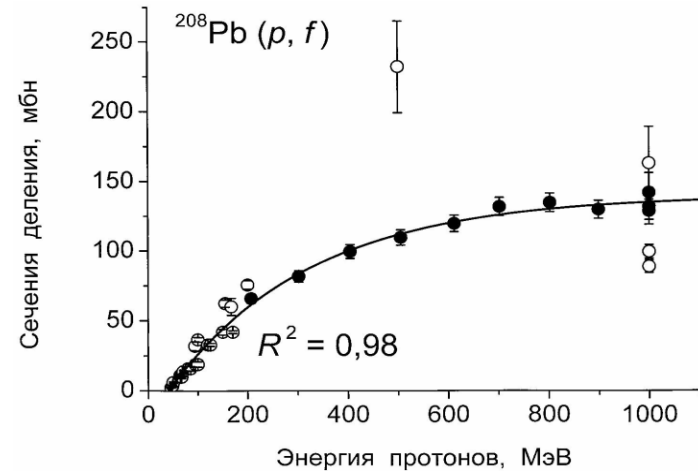
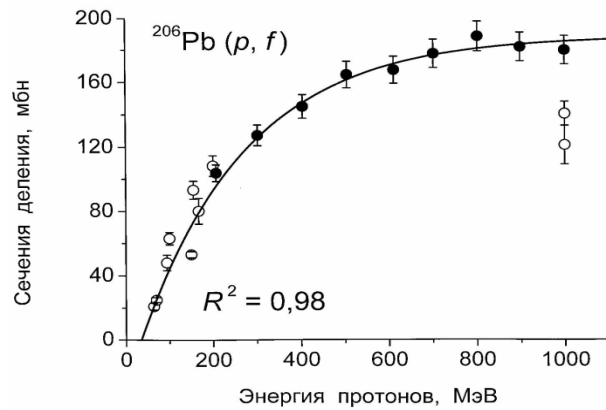
- ▶ 1 – камера, наполненная гептаном;
- ▶ 2 – входное окно;
- ▶ 3 – ППЭС;
- ▶ 4 – мишень;
- ▶ S1-S3, C1-C3 – сцинтилляционные счетчики



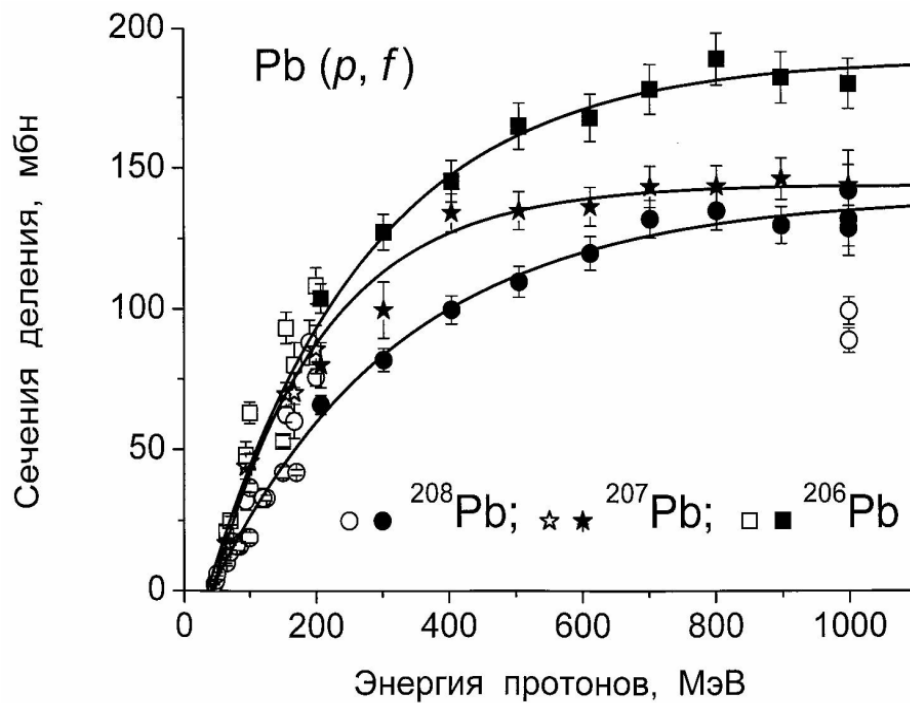
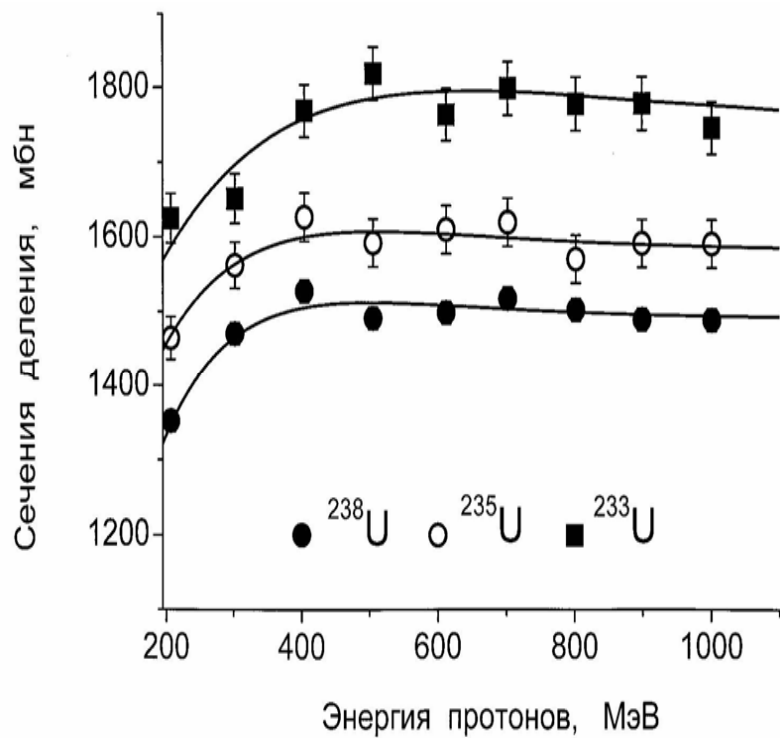


Энергетическая зависимость сечений деления изотопов свинца и золота

$$\sigma_f = \sigma_i - A_1 \cdot \exp(-E_p / t_1)$$



Изотопические зависимости сечений деления ядер урана и свинца протонами



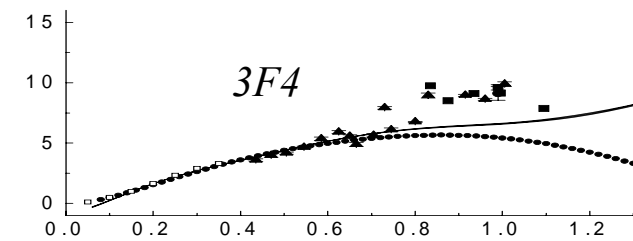
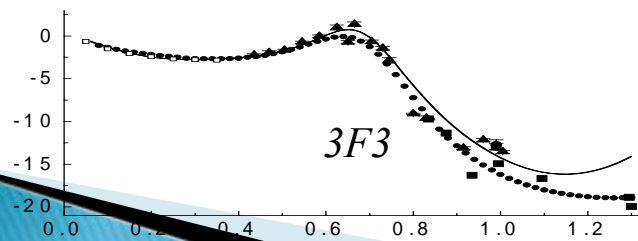
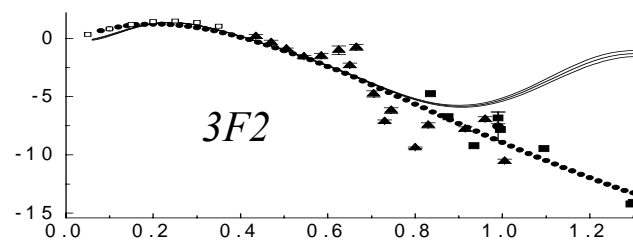
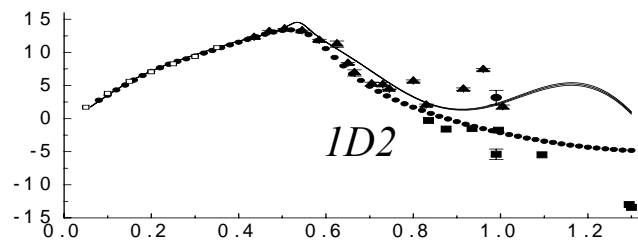
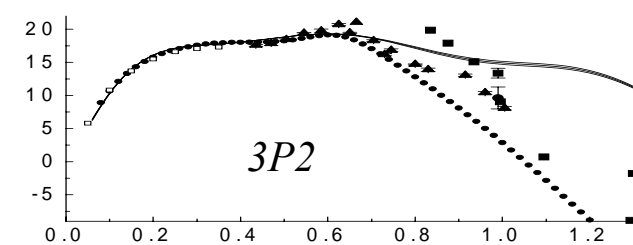
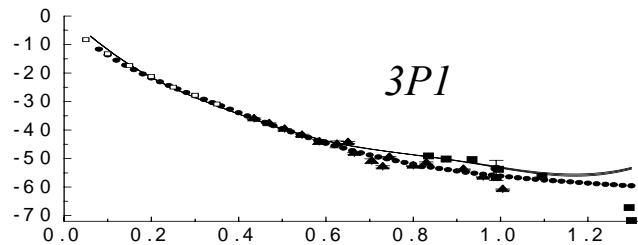
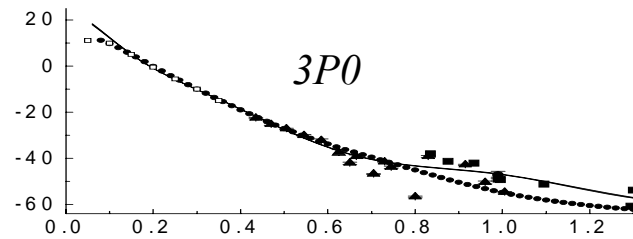
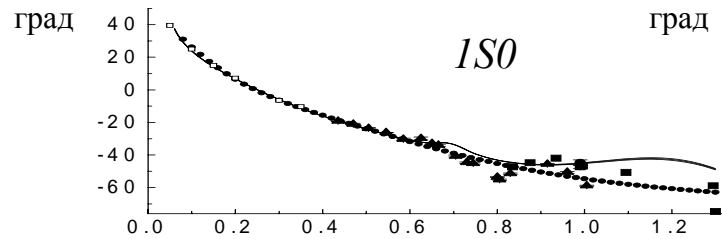
Резюме

- ▶ Сечения деления уменьшаются по мере уменьшения параметра делимости Z^2 / A ядра мишени.
- ▶ Сечения деления изотопов урана возрастает на $(3 \pm 1)\%$ при уменьшении массы ядра на 1 нейтрон. Для изотопов свинца возрастание составляет $\approx 20\%$ при уменьшении массы ядра на один нейтрон.

Фазовый анализ упругого pp -рассеяния

- ▶ Необходимы независимые программы для обработки данных по нуклон-нуклонному рассеянию с помощью ПК.
- ▶ Необходимо учитывать новые экспериментальные данные (наши результаты по K_{nn} или COSY).
- ▶ Основой послужила программа Ф.А., созданная И.Н. Силиным и Ю.М. Казариновым, которая использовалась при анализе поляризационных параметров pp -рассеяния.

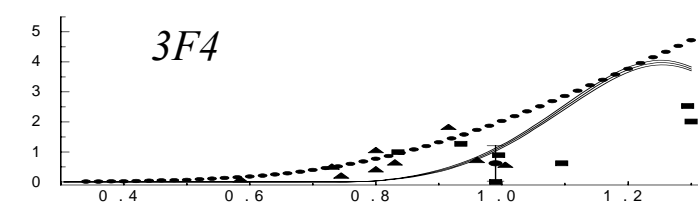
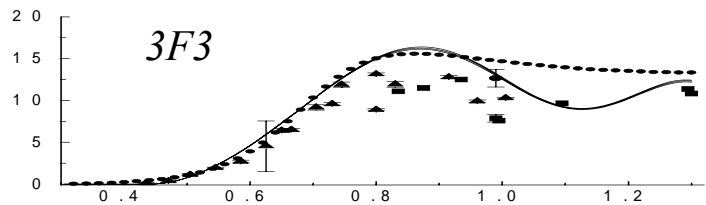
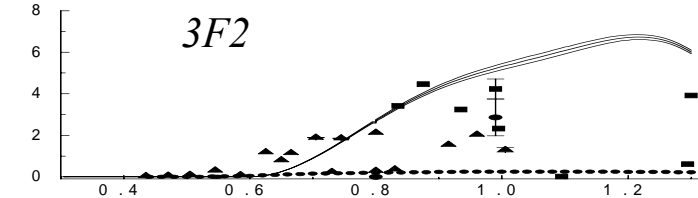
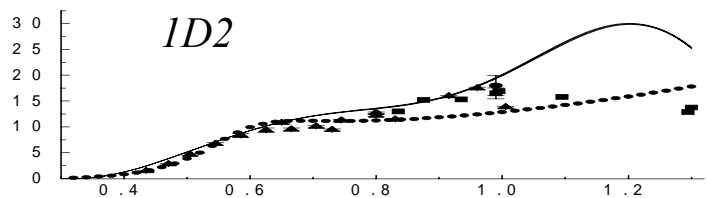
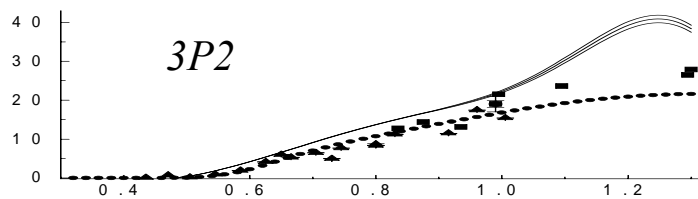
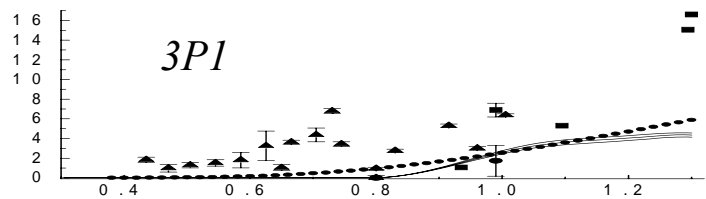
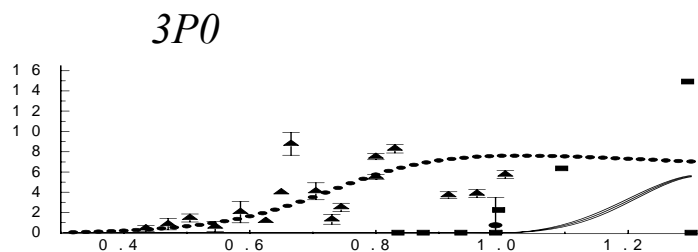
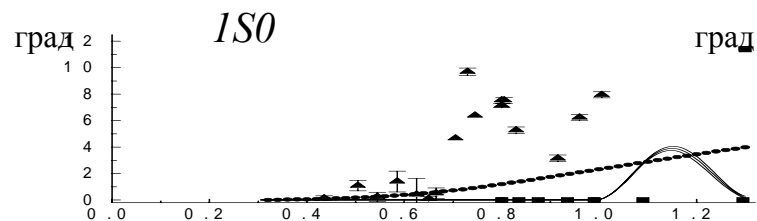
. Реальные части фазовых сдвигов S - P - D - F -состояний.



ГэВ

ГэВ

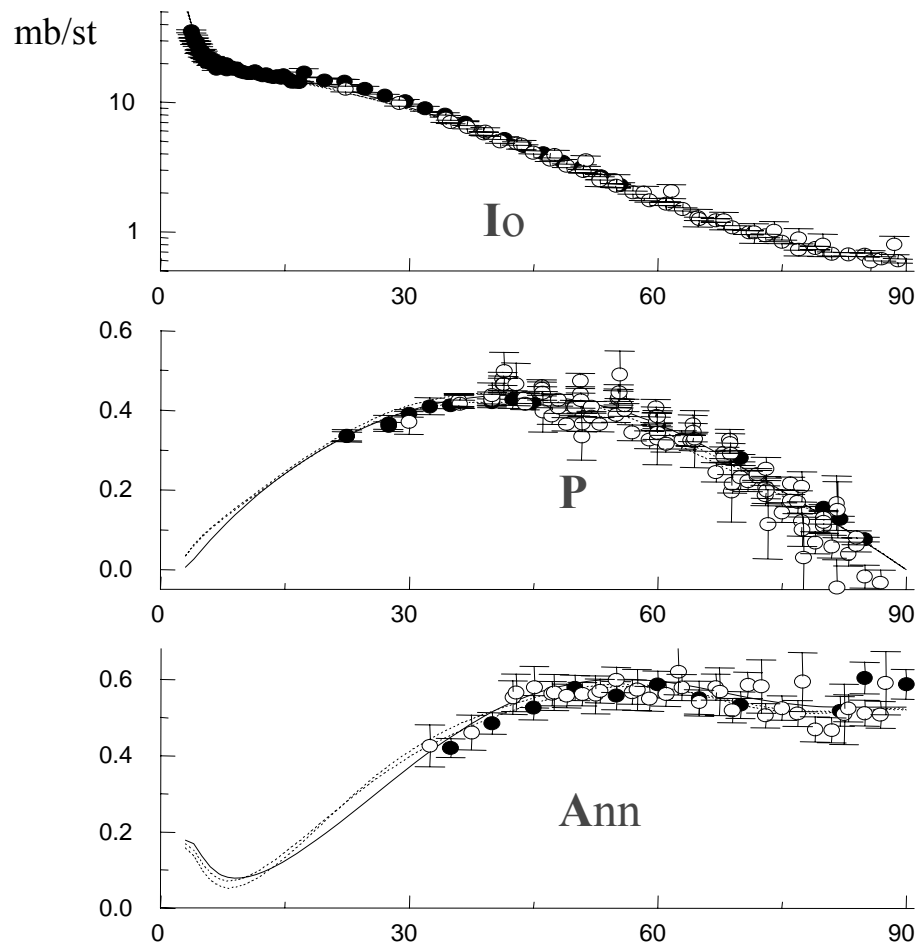
Мнимые части фазовых сдвигов состояний: *S-P-D-F*..



ГэВ

ГэВ

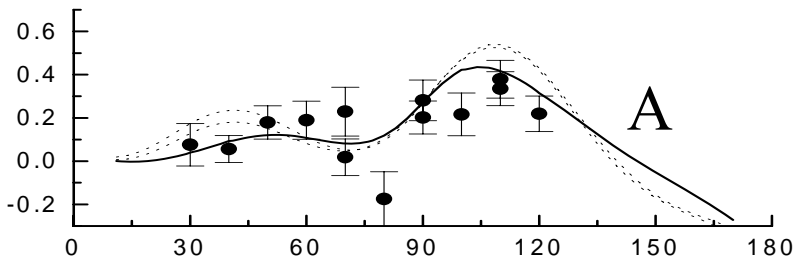
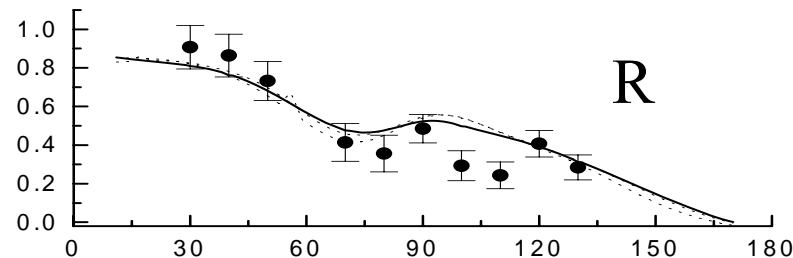
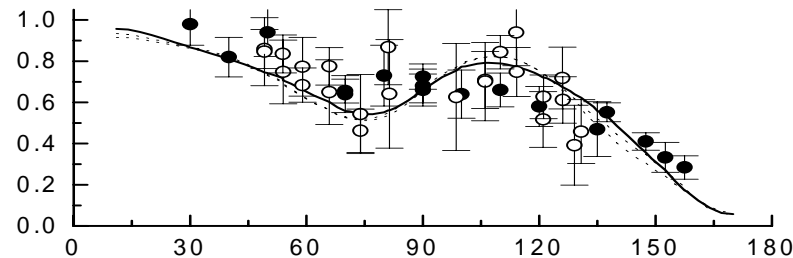
I_0 , P и A_{nn} при энергии 1.0 ГэВ. Наш анализ – сплошная линия, [13]- пунктир.



- ▶ **экспериментальные данные: темные кружки- ПИЯФ, светлые кружки- другие данные.**

Параметры «тройного» рассеяния при энергии 1 ГэВ

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



- ▶ Наш анализ – сплошная линия, точечная линия – Arndt...[13]; экспериментальные данные ПИЯФ – темные кружки, другие данные – светлые кружки.

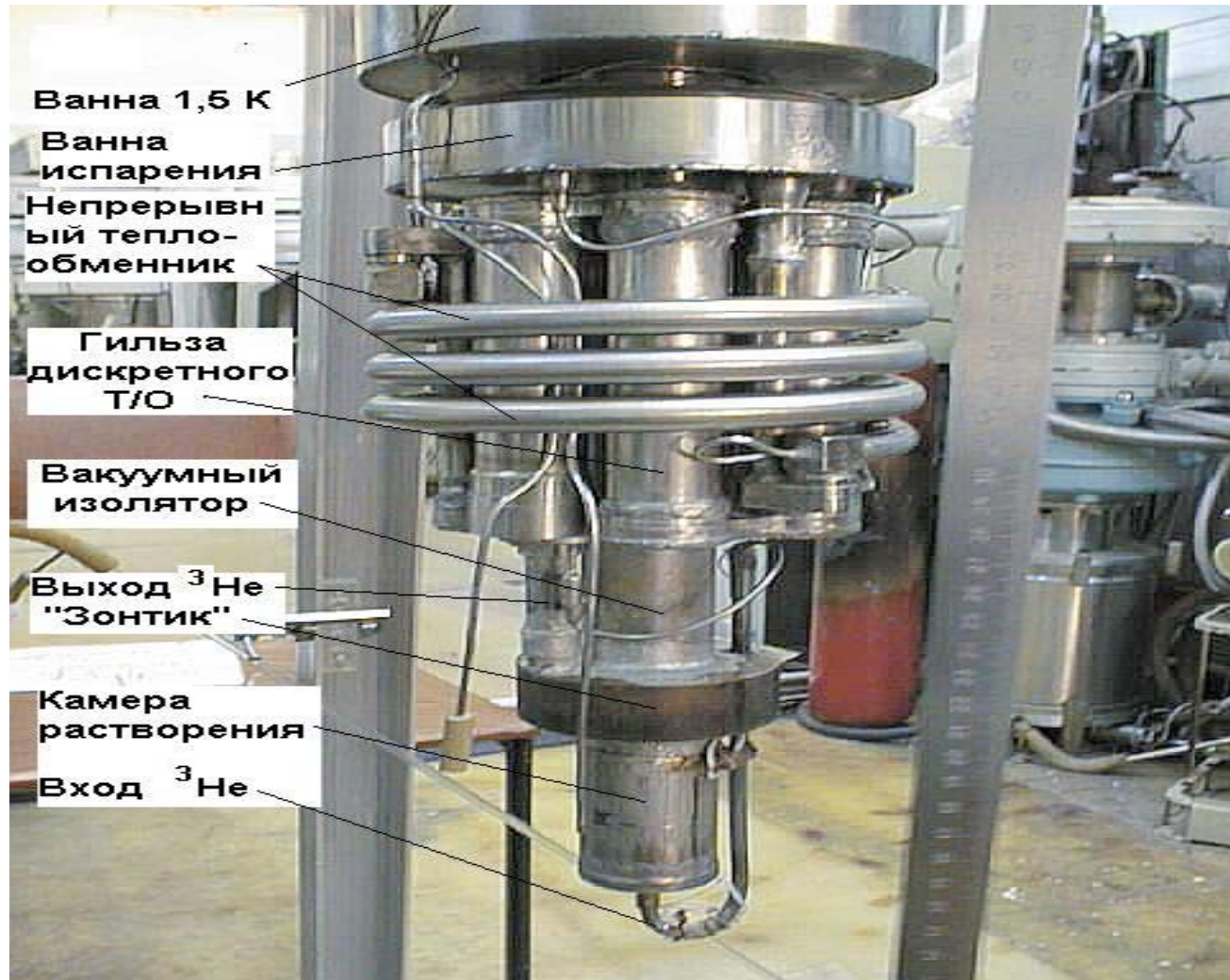
Исследование эффектов несохранения четности

- ▶ Участники: Ковалёв А.И., Мурзин В.И., Траутман В.Ю., Шведчиков А.В.
- ▶ Основные темы: 1. Взаимодействие поляризованных нейтронов с поляризованными ядрами ^{139}La . 2. Измерение поляризации γ -квантов от распада в результате внутренней конверсии электронов изомеров поляризованных ядер ^{180}Hf и ^{119}Sn .
- ▶ Задачи Группы: 1. Работы по модернизации установки ядерных поляризованных мишеней. 2. Разработка и создание электронной системы управления элементами контроля температуры и нагревателями камеры растворения. 3. Проведение криогенных испытаний.

Работы 2008 г.

- ▶ Продолжались работы по сборке рефрижератора растворения для исследований на поляризованных ядрах: устранены некоторые конструктивные недостатки, переделаны вводы гелия-3 и гелия-4 в корпус рефрижератора, установлен новый фильтр на вводе гелия-3, проверены холодные испытания на вакуум теплообменников.

Рефрижератор растворения $^3\text{He} / ^4\text{He}$



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., Переверзев А.М., 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.
- ▶ Проект МНТЦ-3192.

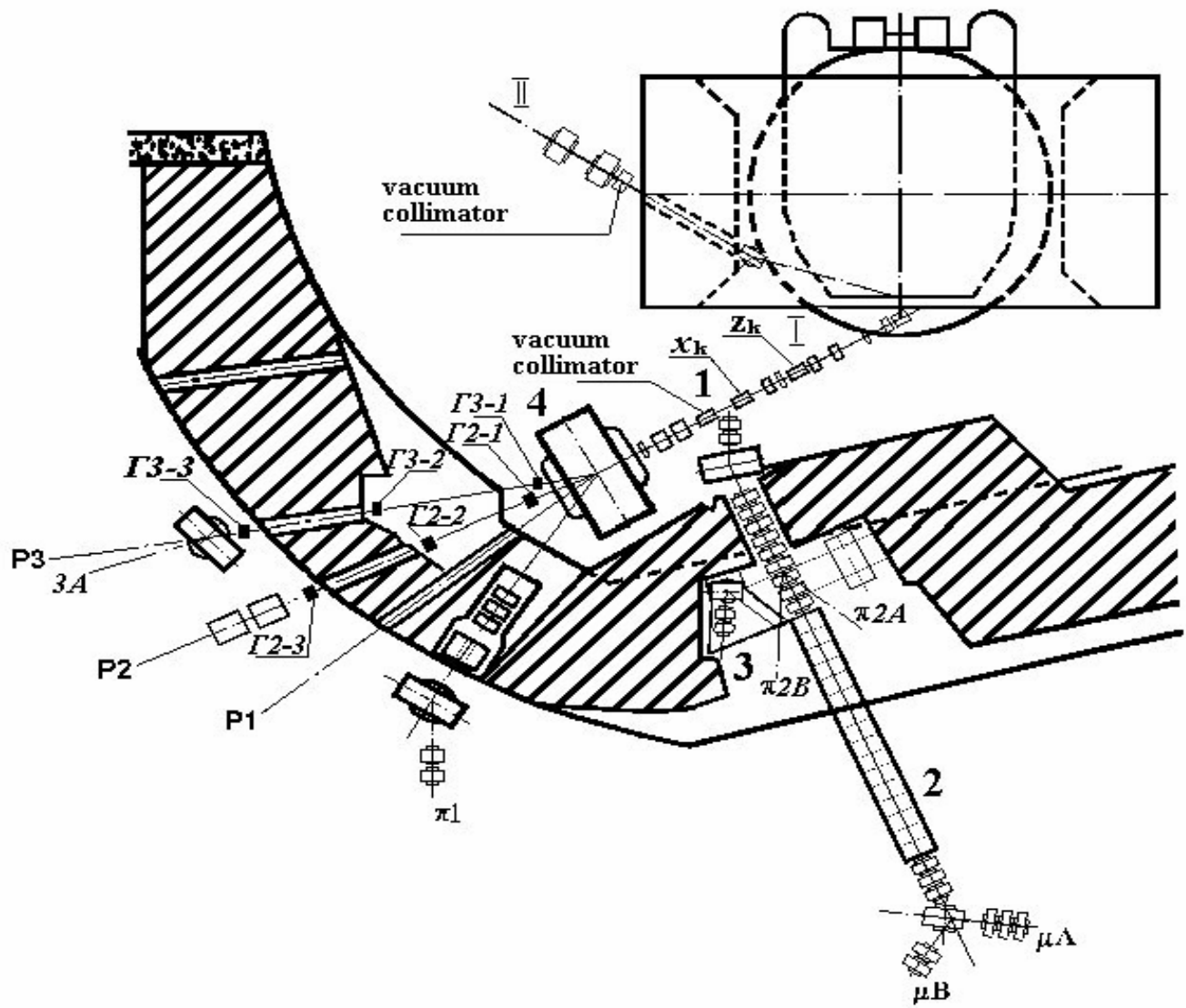
Публикации

- ▶ 1 статья(ЯФ) + 3 статьи в трудах конференций
- ▶ 4 препринта
- ▶ 3 выступления на семинарах ОФВЭ

Программы работы на 2009г.

- ▶ Создать пучок нейтронов с энергией 400-900 МэВ на направлении синхроциклотрона ТР-1 для измерения сечений деления изотопов урана нейтронами.
- ▶ Завершить измерения энергетической зависимости сечений деления ядер: ^{197}Au , ^{205}Tl , ^{207}Pb , ^{208}Pb протонами с энергией 200÷1000 МэВ и провести анализ энергетической зависимостей сечений деления изотопов свинца и урана и делимости для ядер от ^{197}Au до ^{239}Pu .
- ▶ Продолжить анализ механизма двухтельного и трехтельного деления тяжелых ядер.
- ▶ Провести модернизацию измерительной системы поляризованной мишени. Провести пробный сеанс.

Схема вывода пучков в экспериментальный зал синхроциклотрона

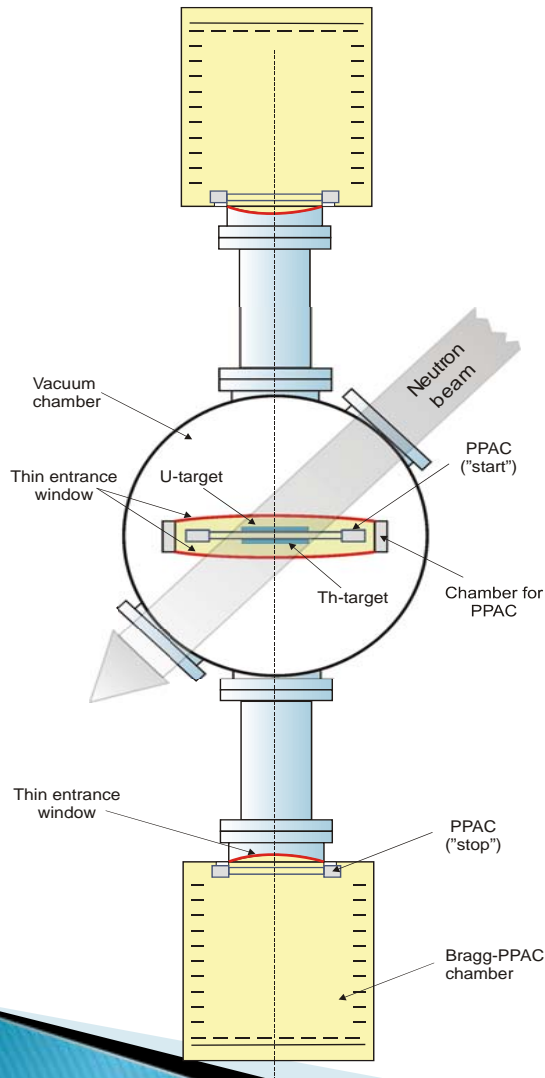


Возможность создания пучка нейтронов с энергией 400-900 МэВ

- ▶ 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 или Си – 10см; угол вылета нейтронов: 7-8°.
- ▶ Энергия нейтронов: $E_n > 400$ МэВ; интенсивность : $(2 \div 4) \cdot 10^4$.
- ▶ Мишени: изотопы урана, (возможно)- изотопы плутония.



Спектрометр осколков деления по времени пролета



- ▶ **Масса осколка деления будет определяться путем измерения кинетической энергии и времени пролета осколка между стартовым и стоповым детекторами.**

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}

