

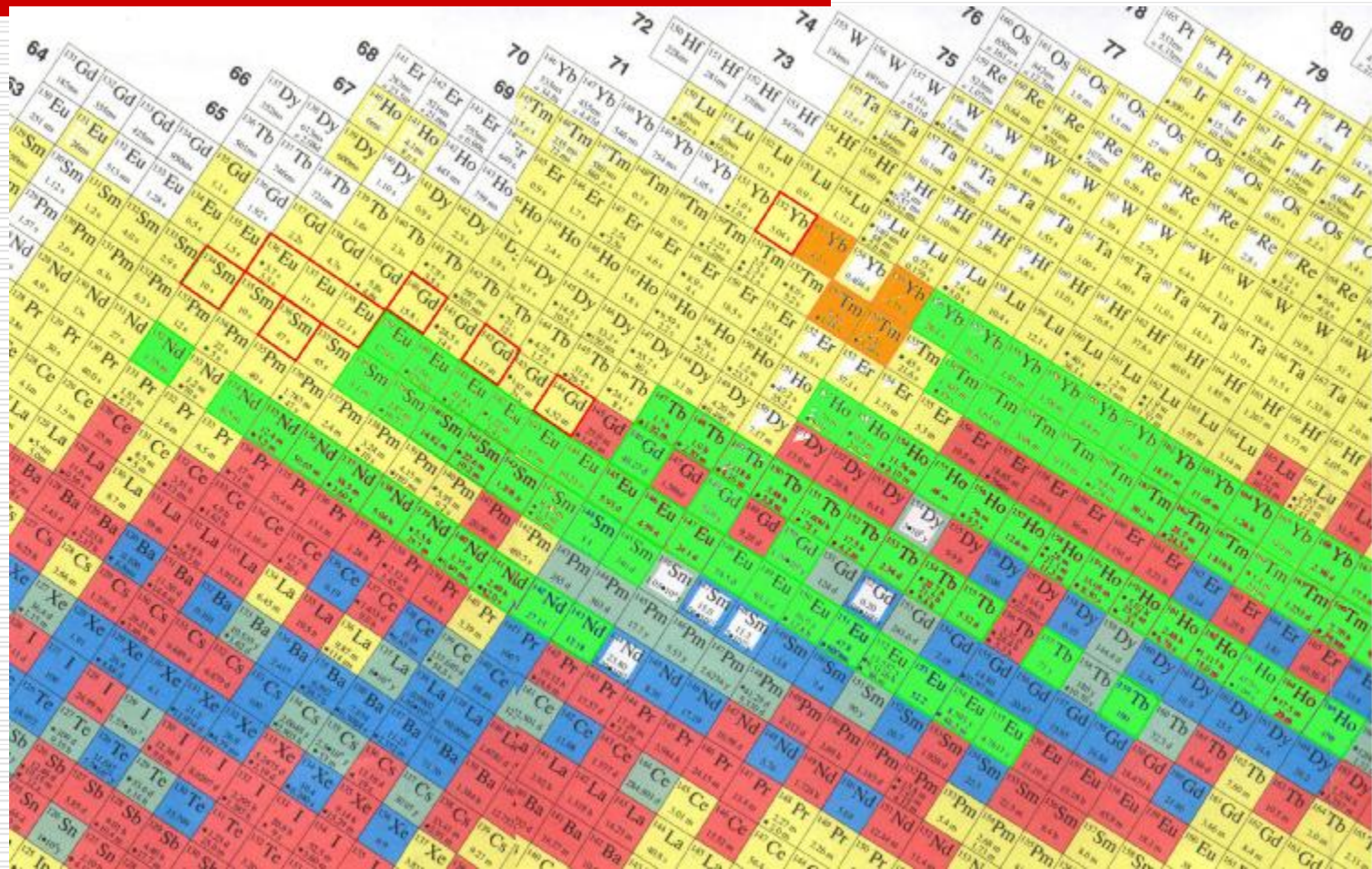
В. Н. Пантелеев

Исследование нейтроноизбыточных и нейтронодефицитных ядер, удаленных от полосы β -стабильности, 2005 г

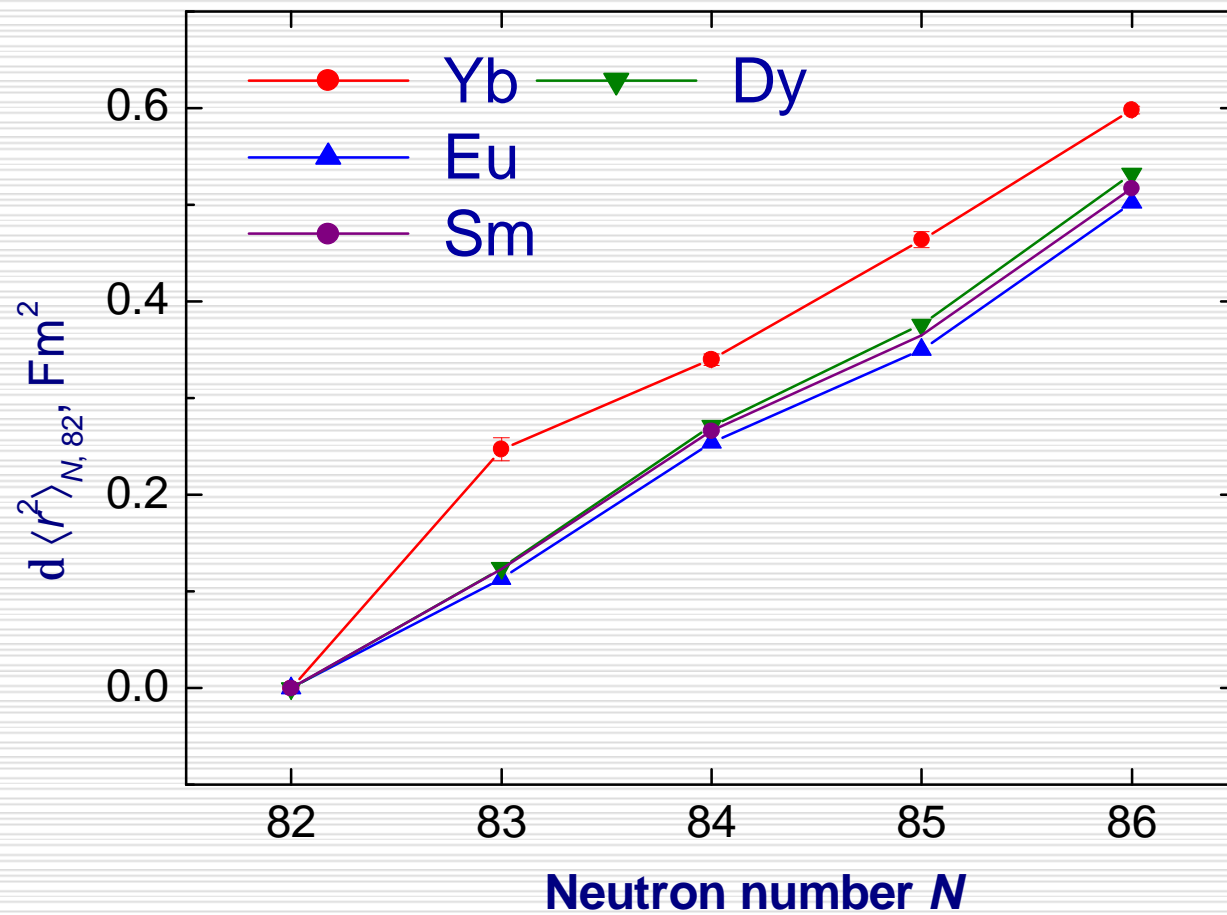
На 2005 год планировалось:

1. С использованием нового лазерного мишенно-ионного устройства провести on-line тесты по получению изотопов Yb и Sm.
2. Закончить обработку результатов и подготовить к печати статью по лазерно-спектроскопическим исследованиям изотопов Pb и провести первые пробные эксперименты на изотопах Bi и Tl.
3. Начать работы по Проекту МНТЦ № 2965: провести долговременные (до 3-х месяцев) off-line тесты мишенного вещества в диапазоне температур 2000-2150°C; оптимизировать конструкцию мишенно-ионного устройства для получения максимальных выходов нейтронно-избыточных изотопов Rb, Cs, In, Ag и Sn.
4. Начать работы по модернизации лазерной установки.

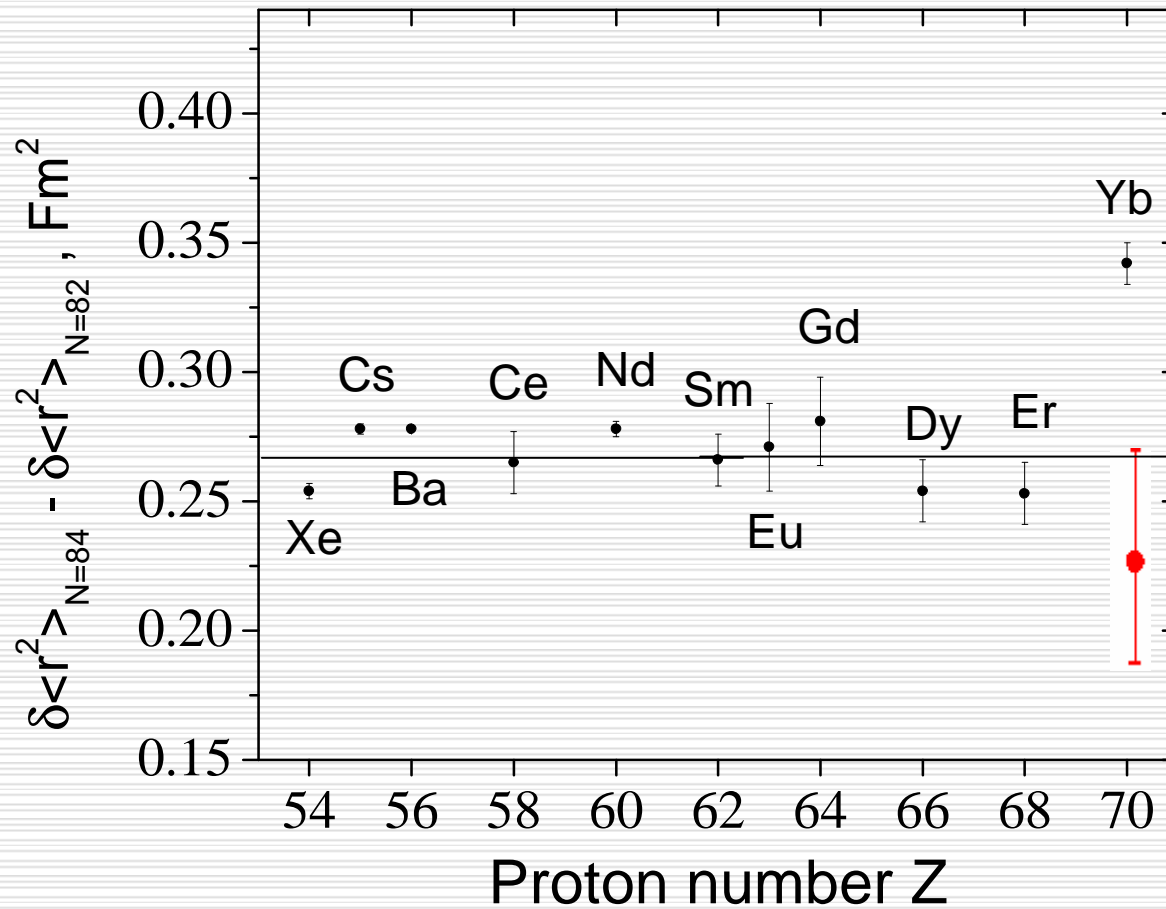
Область исследуемых нуклидов



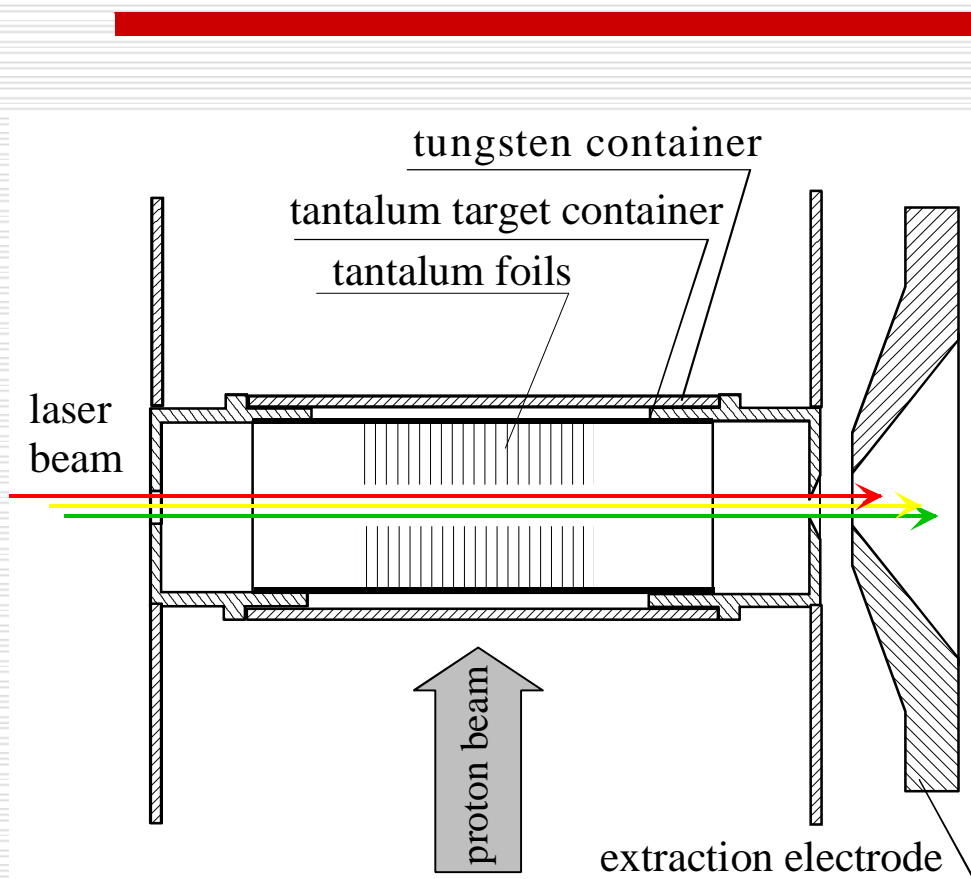
Измерение изотопического сдвига ^{152}Yb



Измерение изотопического сдвига ^{152}Yb



Измерения выходов нейтронодефицитных изотопов редкоземельных элементов из совмещенной лазерной мишени



Nuclide	$T_{1/2}$	Yields measured, s^{-1}	Yields EPAX s^{-1}
^{138}Eu	12.1 s	2.4×10^3	9.5×10^4
^{139}Eu	17.9 s	1.6×10^4	4.9×10^5
^{141}Eu	41.4 s	4.0×10^5	5.6×10^6
^{142}Eu	1.22 min	4.1×10^5	1.2×10^7
^{143}Eu	2.57 min	2.0×10^6	2.1×10^7
^{139}Sm	2.57 min	2.8×10^5	8.4×10^6
^{143}Sm	66 s	4.4×10^5	2.3×10^7
^{139}Pm	4.15 min	3.1×10^5	2.6×10^7
^{160}Tm	9.4 min	5.0×10^5	3.5×10^6
^{164}Tm	5.1 min	9.6×10^4	1.6×10^7
^{160}Yb	4.8 min	1.0×10^6	1.6×10^7
^{160}Lu	40 s	2.2×10^4	1.5×10^7
^{168}Lu	6.7 min	1.3×10^6	4.1×10^6
^{143}Gd	39 s	6.7×10^4	3.5×10^6
$^{143\text{m}}\text{Gd}$	1.87 min		
^{145}Gd	23.0 min	6.7×10^5	1.7×10^7
$^{145\text{m}}\text{Gd}$	85.2 s		

Эксперименты на ISOLDE

Подготовлена статья по исследованиям изменений СКЗР изотопов Pb, проведенных на установке ISOLDE (CERN). Результаты лазерно-спектроскопических измерений зарядовых радиусов цепочки нейтронодефицитных изотопов свинца (^{183}Pb - ^{190}Pb), приведенные в статье, демонстрируют медленный рост статической деформации при подходе к границе протонной устойчивости. Никаких резких скачков деформации, аналогичных известным для изотопов Hg, не было обнаружено.

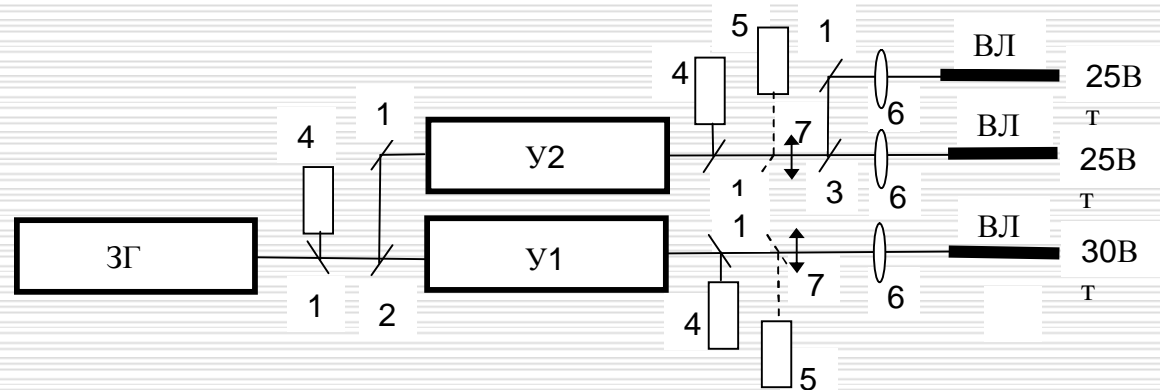
Получены первые on-line результаты по резонансной ионизации изотопов Bi. В качестве предварительного теста были проведены измерения изотопических сдвигов ^{189}Bi и ^{191}Bi .

Создание новой лазерной установки: новый лазер повышенной мощности, оптическая схема лазерной системы на парах меди для накачки лазеров на красителе



ЗГ – задающий генератор, У1 - У2 – усилители, 1 – 1% светоделитель, 2 – 90% светоделитель, 3 – 50% светоделитель, 4 – ПИМ – 1, 5 – ТИ -3, 6 – линза, 7 – реверсивный отражатель, ВЛ – волоконная линия транспортировки.

Цифры указывают выходные мощности в каналах на обеих линиях 510нм и 578нм.



Долговременные тесты мишенного вещества и мишенно-ионного устройства

В сотрудничестве с лабораториями LNL (Италия), GANIL и Орсе (Франция) проведены долговременные, трехмесячные тесты по испытанию мишенного вещества из плотного (11 г/см^3) карбида урана, а также работоспособности самого мишенного устройства при температуре $(2030 \pm 30)^\circ\text{C}$.

Данные исследования продемонстрировали сохранение рабочих параметров мишенного вещества - значений выходов получаемых изотопов и их скорости выделения из мишенного устройства после проведенного долговременного нагрева при его рабочей температуре.

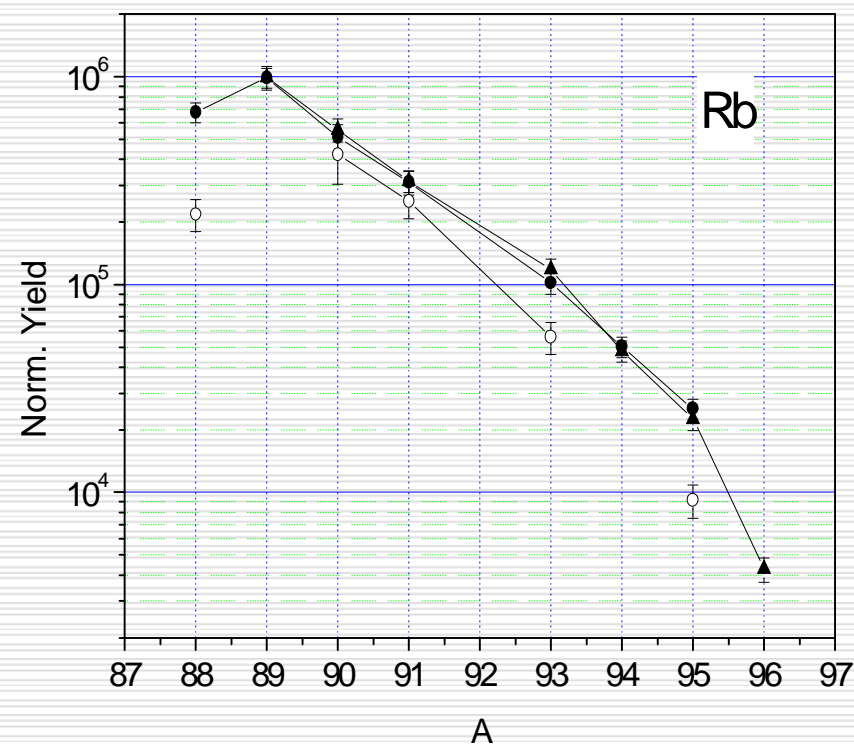
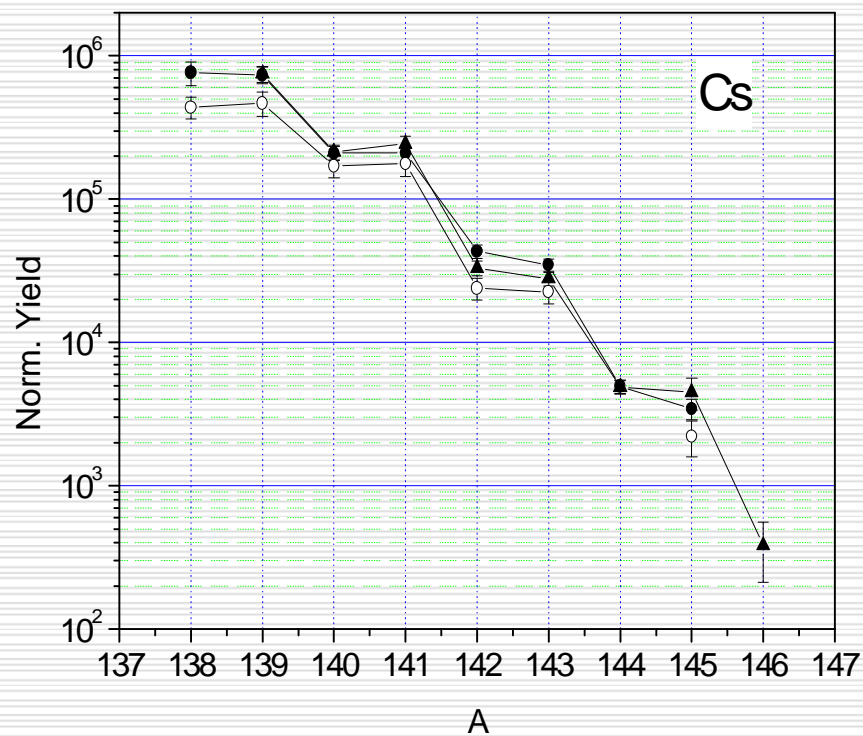
Долговременные тесты мишенного вещества и мишенно-ионного устройства



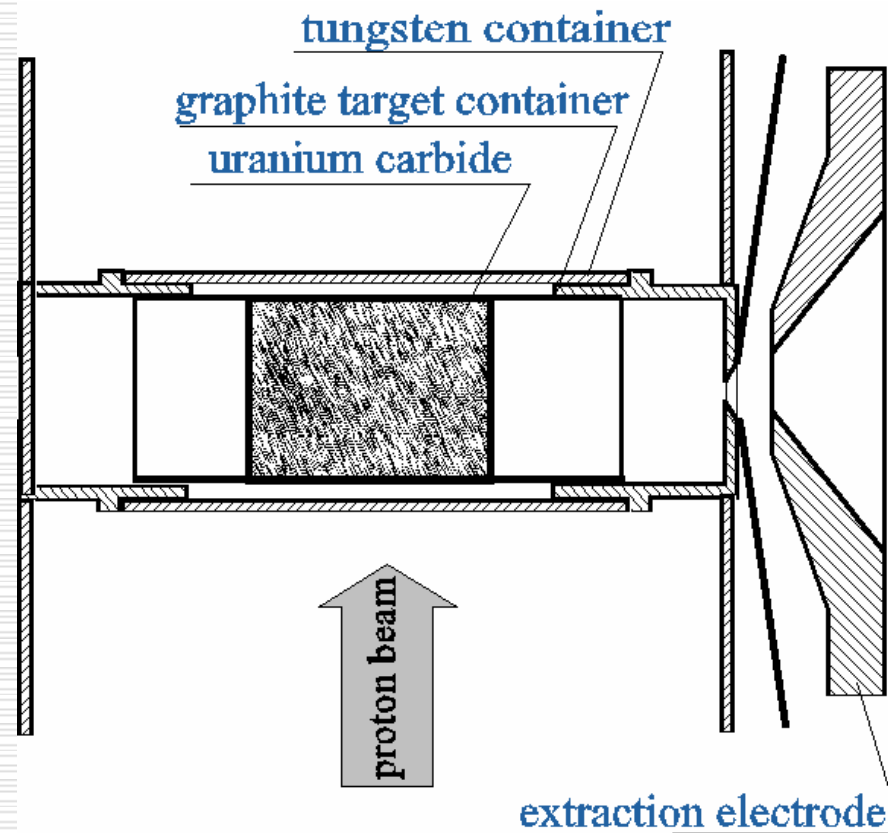
В сотрудничестве с лабораториями LNL (Италия), GANIL (Франция) и TRIUMF (Канада) на установке ИРИС в 2005 году начаты работы по программе Проекта МНТЦ № 2965. Тема Проекта полностью совпадает с научным планом работ Лаборатории короткоживущих ядер по исследованию и разработке новых мишенно-ионных устройств для получения нейтроноизбыточных ядер в районе дважды магического ядра ${}_{50}^{132}\text{Sn}_{82}$.

В 2005 году коллаборацией Проекта проведены два сеанса на пучке ускорителя ПИЯФ, ОФВЭ.

**Выходы нейтроноизбыточных изотопов Cs и Rb,
из референсной и «долгоживущей» мишени после ее
трехмесячного нагрева при температуре 2030°C, а также из
«ионизирующей» мишени (открытые кружки)**



Оптимизация эффективности мишенно-ионного устройства. Совмещенная мишень – ионный источник



Мишенные материалы, исследованные на установке ИРИС

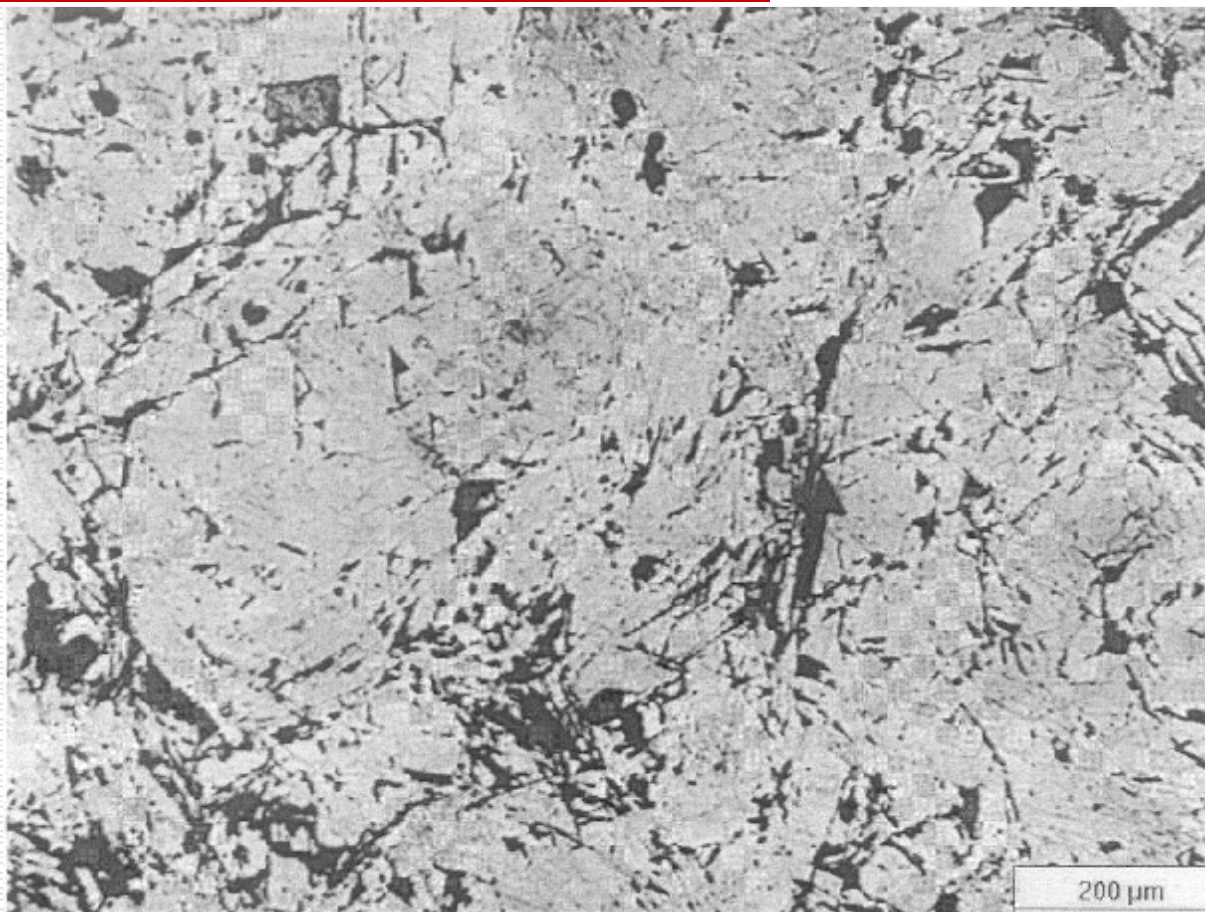
PARRNe target material



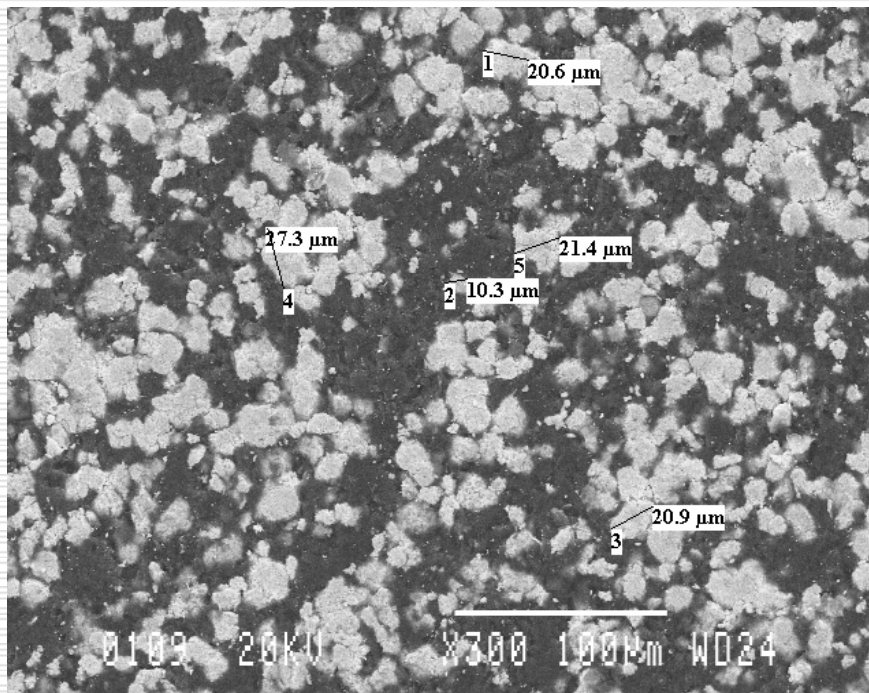
IRIS target material



Микроструктура мишенного материала (УС высокой плотности), используемого на ИРИСе



Микроструктура мишенного материала, приготовленного по методу ISOLDE коллаборацией ИРИС-PARRNe

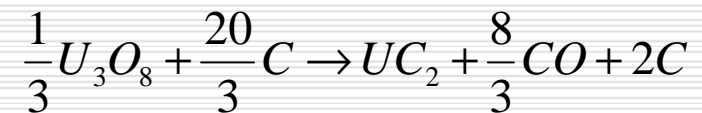


From UO_2 :



$$\frac{M(UO_2)}{M(C)} = 3,75$$

From d' U_3O_8 :

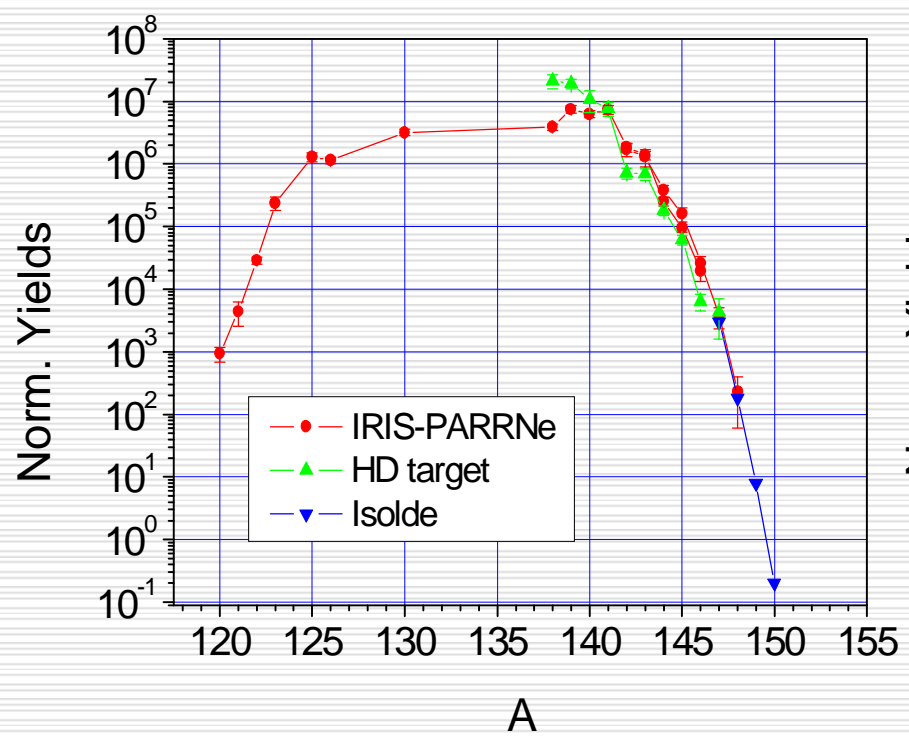


$$\frac{M(U_3O_8)}{M(C)} = 3,50$$

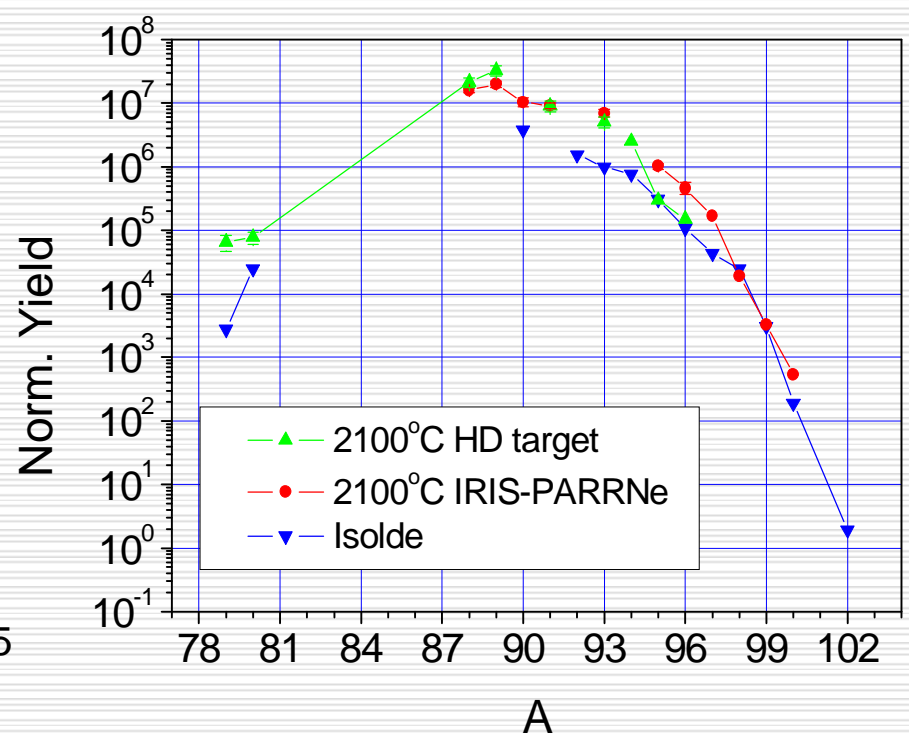
Above 1820°C: $UC_2, C \Rightarrow UC_2, UC, C$

Выходы нейтроноизбыточных изотопов Cs и Rb из совмещенной мишени – ионного источника

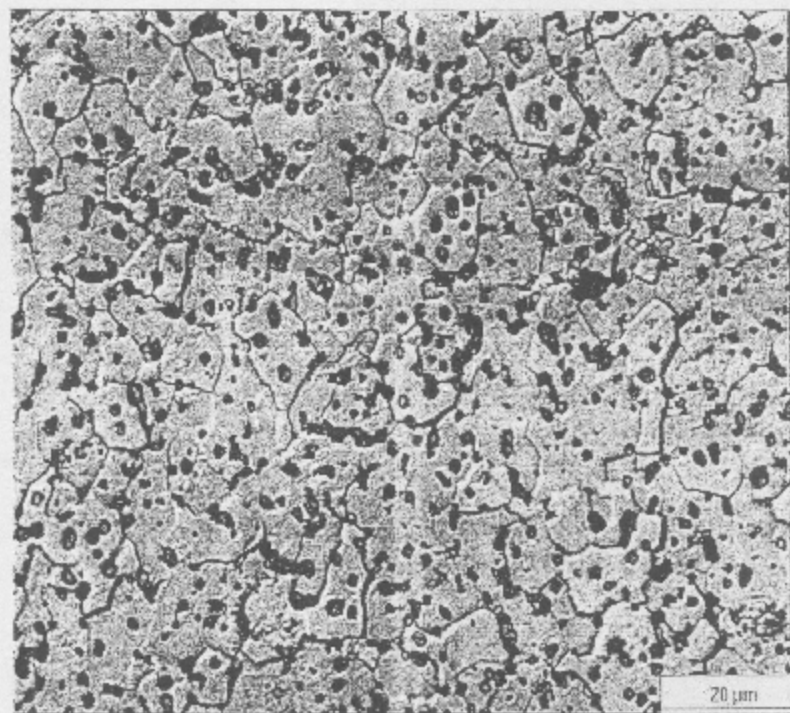
Cs



Rb



Микроструктура нового мишенного материала (УС высокой плотности)



Список публикаций за 2005 г.

1. A. Andrichetto, O. Bajeat, A.E. Barzakh, S. Essabaa, D.V. Fedorov, A.M. Ionan, V.S. Ivanov, R. Leroy, G. Lhersonneau, K.A. Mezilev, F.V. Moroz, S.Yu. Orlov, V.N. Panteleev, L. Stroe, L.B. Tecchio, A. Villari, Yu.M. Volkov, and X.F. Wang, **On-line production of Rb and Cs isotopes from uranium carbide targets**, Eur. Phys. J. A 23, 257-264 (2005).
 2. A. E. Barzakh, D. V. Fedorov, A. M. Ionan, V. S. Ivanov, F. V. Moroz, K. A. Mezilev, S. Yu. Orlov, V. N. Panteleev, and Yu. M. Volkov, **Laser spectroscopic studies of ^{145}Gd , $^{145}\text{Gd}^m$, and $^{143}\text{Gd}^m$** , Physical Review C 72, 017301 (2005).
 3. V.N. Panteleev, A.E. Barzakh, D.V. Fedorov, M. Menna, F.V. Moroz, and Yu.M. Volkov, **Integrated target-ion source unit for on-line production of radioactive short-lived isotopes**, Eur. Phys. J. A 26, 147-150 (2005).
 4. V.N. Panteleev, A.E. Barzakh, D.V. Fedorov, A.M. Ionan, V.S. Ivanov, K.A. Mezilev, F.V. Moroz, S.Yu. Orlov, Yu.M. Volkov, A. Andrichetto, E. Del Piero, G. Lhersonneau, L. Stroe, V. Rizzi, L.B. Tecchio, M. Dubois, G. Gaubert, P. Jardin, N. Lecesne, R. Leroy, J.Y. Pacquet, M.G. Saint Laurent, A.C.C. Villari, O. Bajeat, S. Essabaa, C. Lau, M. Menna, **Development of uranium carbide targets for the on-line production of neutron-rich isotopes**, Nucl. Instrum. and Methods B 240/4 (2005) 888-894.
-

Участие в экспериментах на установке ISOLDE 2005 г.

1. J. Van Roosbroeck, H. De Witte, M. Gorska, M. Huyse, K. Kruglov, D. Pauwels, J.-Ch. Thomas, K. Van de Vel, P. Van Duppen, S. Franchoo, J. Cederkall, V. N. Fedoseyev, H. Fynbo, U. Georg, O. Jonsson, U. Koster, L. Weissman, W. F. Mueller, V. I. Mishin, D. Fedorov, A. De Maesschalck, N. A. Smirnova, and K. Heyde, *Evolution of the nuclear structure approaching ^{78}Ni : β decay of $^{74-78}\text{Cu}$* , PHYSICAL REVIEW C 71, 054307 (2005).

2. J.-Ch. Thomas, H. De Witte, M. Gorska, M. Huyse, K. Kruglov, Y. Kudryavtsev, D. Pauwels, K. Van de Vel, P. Van Duppen, J. Van Roosbroeck, S. Franchoo, J. Cederkall, H. Fynbo, U. Georg, O. Jonsson, U. Koster, L. Weissman, W. F. Mueller, V. N. Fedoseyev, V. I. Mishin, D. Fedorov, N. A. Smirnova, A. De Maesschalck, and K. Heyde, *β decay properties of ^{72}Ni and ^{72}Cu* , submitted to PHYSICAL REVIEW C.

Участие в международных конференциях и совещаниях в 2005 г.

1. International Conference on the Ion Sources, Caen, France, 12-16 September, 2005

Talk by V. Panteleev *"Combined target-ion source unit for production of rare nuclides"* .

2. EURISOL Town Meeting GANIL, France 28-29 November, 2005

Invited talk by V. Panteleev from PNPI-LNL-GANIL-Orsay Collaboration *"Development of uranium carbide targets"*

Сотрудничество

Российские партнеры:

РИ им. Хлопина

- Институт высокотемпературной электрохимии РАН, Екатеринбург
- ФГУП НИИ НПО «Луч», Подольск
- ООО «Медицинские приборы», Химки

Зарубежные лаборатории:

EURISOL, task #4:

- GANIL, проект SPIRAL-II, Франция
- LNL (Legnaro), проект SPES, Италия
- Orsay (Paris), проект ALTO, Франция

CERN, лаборатория ISOLDE, Швейцария

LNS (Catania), проект EXIT, Италия

TRIUMF (Canada)

2005 год: мы к ним – 9.5 человеко-месяцев
 они к нам – 8 человеко-месяцев

7 чел.
17 чел.

Сотрудничество

В 2005 году начата коллаборация с лабораторией Сакле, Франция по измерению запаздывающих нейтронов из Pb (*EURISOL-task 11*)



Аннотация основных результатов 2005 года:

- С использованием нового, разработанного на ИРИСе мишенно-ионного устройства измерен изотопический сдвиг очень удаленного нейтронодефицитного изотопа ^{152}Yb , а также получены изотопы Sm и измерены их выходы.
 - Подготовлена статья по измерениям зарядовых радиусов изотопов Pb и проведены первые эксперименты по резонансной спектроскопии изотопов Bi.
 - Проведены трехмесячные off-line тесты по нагреву мишенного вещества из плотного карбида урана при температурах 2030 и 2150°C. Измерены выходы изотопов Rb, Cs, In, Ag и Sn из оптимизированной конструкции совмещенного высокотемпературного мишенно-ионного устройства и определена эффективность их получения.
 - Проведены два сеанса на ускорителе по программе Проекта МНТЦ № 2965.
 - Полностью изготовлена часть новой лазерной установки, базирующаяся на новых медных лазерах накачки повышенной мощности.
-

План научных исследований на 2006 год

- В 2006 году на ИРИСе планируется продолжение исследований области ядер с $70 < N < 82$ и Z вблизи от $Z=64$. С использованием нового лазерного мишенно-ионного устройства будет проведено дополнительно измерение изотопического сдвига ^{152}Yb и уточнено изменение его СКЗР. Будут продолжены *on-line* тесты по получению изотопов Nd и Sm с целью проведения лазерно-спектроскопических исследований удаленных нейтронодефицитных изотопов этих элементов.
 - В экспериментальном зале ИРИС будут смонтированы лазеры накачки повышенной мощности для нового лазерного спектрометра ИРИС.
 - Продолжение работ по проекту МНТЦ № 2965:
в 2006 году будут проведены *off-line* и *on-line* исследования высокотемпературных мишенных устройств на основе нового высокодисперсного мишенного вещества из карбида урана высокой плотности с измерением их эффективности в режиме *on-line*.
-