

НЕЙТРОННЫЙ СПЕКТРОМЕТР ПО ВРЕМЕНИ ПРОЛЕТА ДЛЯ  
ИССЛЕДОВАНИЯ РЕАКЦИИ ( $n, n'$ ) В ОКОЛОПОРГОВОЙ  
ОБЛАСТИ

Ю. М. Бурмистров, Т. Е. Григорьева, Е. С. Конобеевский,  
Ю. Г. Куденко, В. И. Попов

УДК 539.1.074; 539.172.4

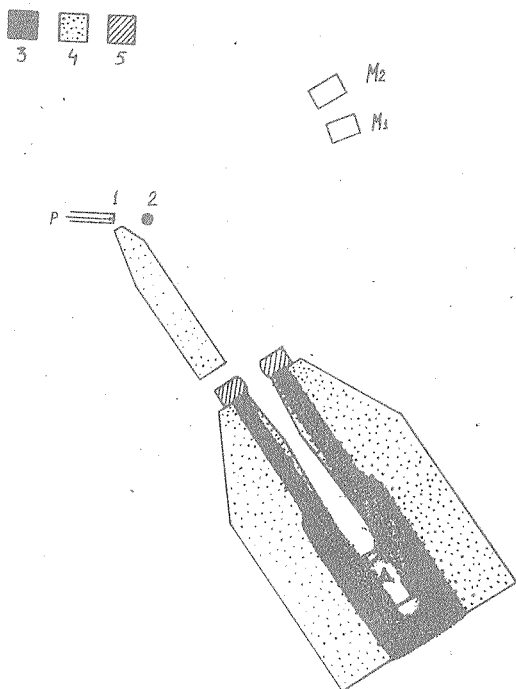
Описан времяпролетный спектрометр нейтронов для измерения дифференциального сечения реакции ( $n, n'$ ) при  $E_n \approx 1$  МэВ. Приведены результаты измерений  $d\sigma/d\Omega$  для  $^{82}\text{Se}$ .

В последние годы в исследовании неупругого рассеяния нейтронов низкой энергии получен ряд интересных результатов, которые дают новую информацию о соотношении механизмов составного ядра и прямой реакции в процессе рассеяния. Так в работах /1,2/ было показано, что при возбуждении уровней  $2^+$  сферических ядер Ge и Se вклад сечения прямой реакции может быть значительным (20 + 30%) даже при энергии нейтронов, превышающей порог реакции на несколько сотен кэВ. В работе /2/ отмечалось, что прямым подтверждением этого вывода было бы обнаружение в дифференциальных сечениях реакции ( $n, n'$ ) асимметрии относительно угла  $90^\circ$ . Для проведения таких экспериментов нами был создан времяпролетный спектрометр нейтронов, основанный на использовании импульсного пучка мейнэнергетических нейтронов.

В качестве нейтронного генератора используется электростатический ускоритель ЭГ-2,5 в импульсном режиме. Импульсный источник протонов, установленный на ускорителе, был описан в /3/. В проведенных экспериментах пучок имел следующие параметры: временное разрешение около 3 нс, частота следования импульсов 700 кГц, ток на мишени 3+4 мкА. Источником нейтронов служила

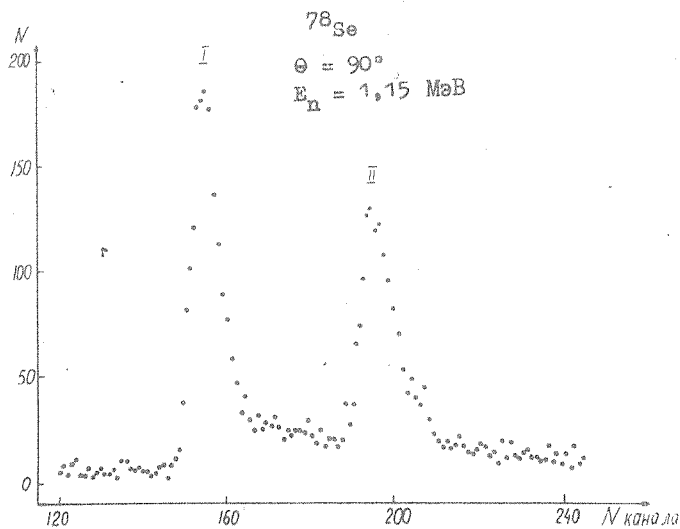
третий-титановая мишень толщиной 60 мкВ при энергии протонов  $E_p = 2 \text{ МэВ}$ .

Схема времяпролетного спектрометра показана на рис. 1. Для регистрации нейтронов после упругого и неупругого рассеяния используется сцинтиляционный счетчик, состоящий из ФЭУ-110 и кристалла стльбена. Стартовым импульсом служит импульс с индукционного датчика, который установлен в ионопроводе перед



Р и с. 1. Схема времяпролетного спектрометра нейтронов: 1 - третий-титановая мишень; 2 - образец; 3 - свинец; 4 - парафин +  $\text{Li}_2\text{CO}_3$ ; 5 - сталь.  $M_1$  - борный счетчик;  $M_2$  - времяпролетный монитор; Д - детектор нейтронов; P - пучок протонов

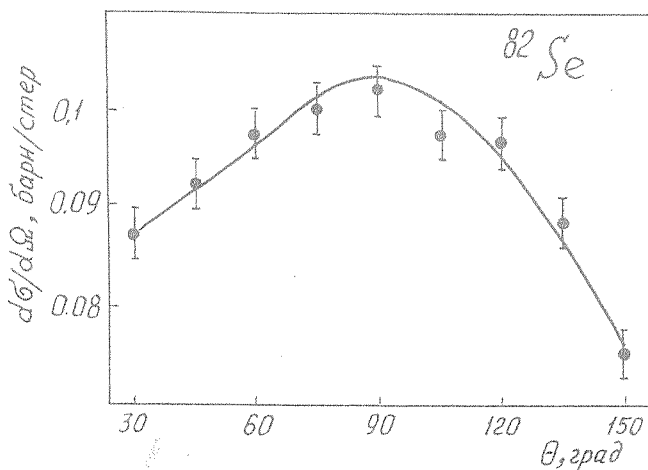
мишеню. Низкий уровень шумов ФЭУ-ПЮ позволяет иметь порог регистрации нейтронов  $< 100$  кэВ. Сцинтилляционный счетчик помещен в коллиматор длиной 1,5 м и общим весом около 1,5 т. Коллиматор может перемещаться относительно направления пучка протонов в интервале углов от  $30^\circ$  до  $150^\circ$ . Для уменьшения рассеяния нейтронов от входного отверстия используется стальное кольцо. В качестве защиты от прямого потока нейтронов из мишени применяется конус из парафина длиной 60 см. Контроль за временными характеристиками пучка протонов осуществляется времяпролетным монитором (сцинтилляционный счетчик с кристаллом стльбена), который регистрирует  $\gamma$ -кванты и нейтроны из мишени. Кроме того, для определения интегрального потока нейтронов используется борный счетчик (см. рис. 1).



Р и с. 2. Времяпролетный спектр нейтронов при рассеянии на  $^{78}\text{Se}$  ( $\Theta = 90^\circ$ ,  $E_n = 1,15$  МэВ): I - пик упруго рассеянных нейтронов, II - пик неупруго рассеянных нейтронов. Цена деления 1,4 нс/канал

Первые эксперименты, выполненные на данной установке, были проведены с целью поиска асимметрии неупругого рассеяния нейтронов на изотопах селена. Измеряемыми образцами были металлические порошки Se, обогащенные четно-четными изотопами до 92±99%, весом от 50 до 10 г. Они помещались на расстоянии 13 см от мишени. Для хорошего разделения пиков упруго и неупруго рассеянных нейтронов пролетная база была выбрана равной 2 м. Времяпролетный спектр нейтронов при рассеянии на  $^{78}\text{Se}$  показан на рис. 2 (время измерения - 50 мин).

Для точных измерений дифференциальных сечений неупругого рассеяния интервал амплитуд регистрируемых импульсов детектора выбирался таким образом, чтобы эффективность не зависела от энергии нейтронов при  $450 \text{ кэВ} < E < 550 \text{ кэВ}$ , а эффективность регистрации упруго рассеянных нейтронов была бы подавлена в несколько раз. Это позволило провести относительные измерения дифференциальных сечений неупругого рассеяния с ошибкой 3%. Для получения абсолютных значений была проведена нормировка по сечению n-p рассеяния, известному с точностью 1% [4], с использованием тонкого образца из полиэтилена.



Р и с. 3. Дифференциальные сечения неупругого рассеяния нейтронов при  $E \approx 1,2 \text{ МэВ}$  на  $^{82}\text{Se}$

Дифференциальные сечения неупругого рассеяния при  $E \approx 1,2$  МэВ на  $^{82}\text{Se}$  приведены на рис. 3, из которого видно, что наблюдается асимметрия вперед-назад, выходящая за пределы экспериментальных ошибок, что является непосредственным свидетельством проявления вклада прямого механизма реакции.

В заключение авторы благодарны за помощь в проведении работы В. М. Скоркину, М. В. Мордовскому, Г. А. Юрченко и А. В. Климанову.

Поступила в редакцию  
26 апреля 1982 г.

Институт ядерных исследований  
АН СССР

#### Л и т е р а т у р а

1. В. П. Воросинин, Ю. Г. Куденко, Р. М. Мусаелян, В. И. Попов, Нейтронная физика, Матер. IV Всесоюз. конф. по нейтронной физике, Киев, 18-22 апреля 1977 г., М., 1977 г., ч. I, с. II8.
2. В. П. Воросинин, Р. М. Мусаелян, В. И. Попов, ЯФ, 29, 631 (1979).
3. А. С. Белов, Ю. М. Бурмистров, Г. А. Юрченко, ПТЭ № 5, 39 (1979).
4. A. Hersley, Nuclear Data, A2, 243 (1966).