

12  
K-34  
12.9.63.



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ЛАБОРАТОРИЯ ЯДЕРНЫХ РЕАКЦИЙ

---

В.А. Карнаухов, Г.М. Тер-Акопьян, Л.А. Петров, В.Г. Субботин

P- 1388

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО НАБЛЮДЕНИЮ  
РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА  
С ИСПУСКАНИЕМ ПРОТОНОВ

ИСЭТФ, 1963, т.45, в.4, с.1280-1282.

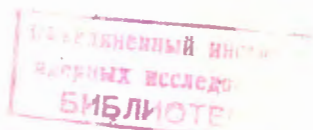
Дубна 1963

В.А. Карнаухов, Г.М. Тер-Акопьян, Л.А. Петров, В.Г. Субботин

Р- 1388

ЭКСПЕРИМЕНТЫ ПО НАБЛЮДЕНИЮ  
РАДИОАКТИВНОГО РАСПАДА  
С ИСПУСКАНИЕМ ПРОТОНОВ

Направлено в ЖЭТФ



Дубна 1983

2037/3 48

По мере уменьшения числа нейтронов в ядре при постоянном  $Z$  энергия связи последнего протона уменьшается; при этом может появиться энергетическая возможность протонного распада. Этот вопрос обсуждался в работах /1-7/. Протон может испускаться из основного состояния ядра либо из возбужденного состояния после  $\beta^+$ -распада. В первом случае период полураспада определяется проникаемостью кулоновского барьера и приведенной шириной для протона, во втором случае он равен периоду полураспада  $\beta^+$ -активного материнского ядра. В работах /5,6/ рассмотрена возможность одновременного испускания ядром двух протонов.

С большой вероятностью нейтронно-дефицитные ядра образуются в реакциях с ускоренными тяжелыми ионами. В работах /8,9/ нами сообщалось об экспериментах, в которых было доказано образование в реакциях  $Ni + Ne^{20}$  изотопов, испускающих при радиоактивном распаде протоны. Запоздывающие протоны были также зарегистрированы при облучении алюминия энергичными протонами /10/.

В настоящей работе, как и прежде, никелевая мишень облучалась  $Ne^{20}$  на внутреннем пучке циклотрона многозарядных ионов ОИЯИ. С помощью иной аппаратуры подтверждены результаты нашей предыдущей работы /8,9/ и получены новые данные. Продукты ядерных реакций попадали из никелевой мишени на вращающийся алюминиевый диск толщиной 50  $\mu$  или 9,3  $\mu$  и переносились к входному окну телескопа, состоящего из тонкого пропорционального счетчика и кремниевого поверхностно-барьерного детектора. Применение такого телескопа давало возможность одновременно измерять энергию частицы и плотность ионизации, что позволяет различить протоны и  $\alpha$ -частицы. Толщина чувствительного слоя кремневых детекторов достигала 0,2 мм. Объем телескопа был вакуумно изолирован от остального объема, где расположены мишень, вращающийся диск, измеритель тока ионов, а также подвижная рамка с поглотителями и калибровочным  $\alpha$ -источником. Поглотители или  $\alpha$ -источник могли быть установлены перед входным окном телескопа.

Радиотехническая аппаратура позволяла одновременно записывать с помощью стоканальных анализаторов два амплитудных спектра импульсов от кремниевого детектора. Первый спектр соответствовал частицам с удельной ионизацией больше чем  $\frac{1}{20}$  удельной ионизации калибровочных  $\alpha$ -частиц с энергией 4,7 Мэв; второй спектр соответствовал частицам с удельной ионизацией в интервале  $(\frac{1}{4} - \frac{1}{20})$  от удельной ионизации калибровочных  $\alpha$ -частиц. Запись спектров производилась в интервалах между посылками высокочастотного напряжения на дуанты циклотрона.

При облучении мишени из никеля толщиной 10  $\mu$  ионами  $Ne^{20}$  с энергией

140 Мэв нами были зарегистрированы две группы частиц примерно одинаковой интенсивности с энергиями 2,5 - 3 Мэв и около 5 Мэв. Удельная ионизация этих частиц заключена в интервале ( $\frac{1}{4} - \frac{1}{20}$ ) от удельной ионизации  $\alpha$ -частиц с энергией 4,7 Мэв; причем удельная ионизация более энергичной группы примерно в 2 раза меньше удельной ионизации частиц с энергией 2,5-3 Мэв. На рис. 1 приведены амплитудные спектры импульсов. Были проведены опыты, в которых перед входным окном телескопа помещались поглотители 15 и 30 микрон. Кроме того, уменьшалась толщина чувствительного слоя детектора. Пробег регистрируемых частиц оказался существенно больше, чем для  $\alpha$ -частиц такой же энергии. Результаты опытов с поглотителями, а также величина удельной ионизации позволяют сделать однозначный вывод о том, что заряд регистрируемых частиц равен единице. Наиболее естественно предположить, что это протоны. Был измерен период полураспада излучателей протонов. Для излучателя протонов с энергией около 5 Мэв он оказался несколько меньше 0,1 сек. Период излучателя с энергией 2,5-3 Мэв равен примерно 25 сек (см. рис.2)

При замене никелевой мишени мишенями из меди, тантала, алюминия менее энергичная группа протонов отсутствовала, в то время как группа с энергией 5 Мэв оставалась, хотя выход уменьшался соответственно в 3,2 и в 5 раз.

Были проведены опыты, позволившие грубо оценить пробег ядер, испускающих протоны. Для этого между мишенью и диском был помещен поглотитель -  $9,3 \mu \text{ Al}$ . При этом группа протонов с энергией 2,5-3 Мэв не была зарегистрирована. Пробег ядер, испускающих протоны с энергией = 5 Мэв, больше, чем  $9,3 \mu \text{ Al}$ . Результаты опытов с различными мишенями, а также данные по пробегам активностей позволяют заключить, что протоны с энергией 5 Мэв испускаются при радиоактивном распаде изотопов-продуктов реакций передачи. Масса этих изотопов, по-видимому, не сильно отличается от массы  $\text{Ne}^{20}$  (например,  $\text{Ne}^{17}$ ,  $\text{Mg}^{20}$  и др.). Изотопы, испускающие протоны с энергией 2,5-3 Мэв, образуются, очевидно, в реакциях типа  $\text{Ni}(\text{Ne}^{20}, \text{xp}, \text{ya})$ . С последним выводом согласуется также вид функции возбуждения (см. рис. 3), полученной с мишенью  $2 \mu$  и диском из  $\text{Al}$  толщиной  $9,3 \mu$  для протонов 2,5-3 Мэв.

Судя по энергиям протонов и периодам полураспада, наиболее вероятно, что они испускаются из возбужденного после  $\beta^+$ -распада ядра. Однако нельзя полностью исключить и возможность испускания протонов из основного состояния  $P$ -активных ядер.

Авторы благодарны члену-корреспонденту АН СССР Флерову Г.Н. за руководство работой. Авторы признательны также Данилову Н.А., Ряздиной Э.З. и Бибичеву Б.А. за помощь при подготовке аппаратуры и проведения опытов.

## Л и т е р а т у р а

1. Б.С. Джелепов. Известия АН СССР, серия физич., **15**, 498 (1951).
2. В.А.Карнаузов, Сб. "Материалы конференции по ядерным реакциям с многозарядными ионами, март 1958., г.Дубна.", стр. 71 (1959).
3. В.А.Карнаузов, Н.И.Тарантин. ЖЭТФ, **39**, 1106 (1960). ✓
4. Я.Б.Зельдович. ЖЭТФ, **38**, 1123 (1960). ?
5. В.И.Гольданский. ЖЭТФ, **39**, 497 (1960). ✓
6. В.И.Гольданский. Nuclear Physics, **27**, 648 (1961).
- 6а. В.И.Гольданский. ДАН, **146**, № 6, 1309 (1962). ✓
7. Н.А.Власов. Атомная энергия, **14**, 45 (1963). ✓
8. В.А. Карнаузов, Г.М. Тер-Акопян, В.Г.Субботин. Эксперименты по обнаружению протонной радиоактивности ядер. Препринт ОИЯИ Р-1072, Дубна, 1962.
9. В.А. Карнаузов, Г.М. Тер-Акопян, В.Г. Субботин. Proceedings of the 3d Conference on Reactions Between Complex Nuclei, April, 1963, Pacific Grove (в печати).
10. R.D. Barton and R. Mc. Pherson. Bull. of the American Phys. Soc., II, 8, 337 (1963).

Рукопись поступила в издательский отдел  
23 августа 1963 г.

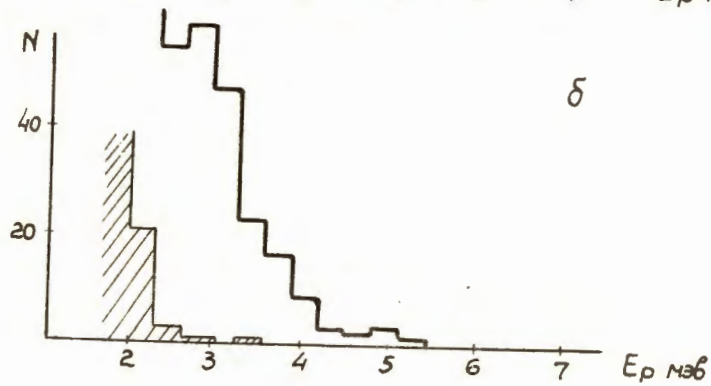
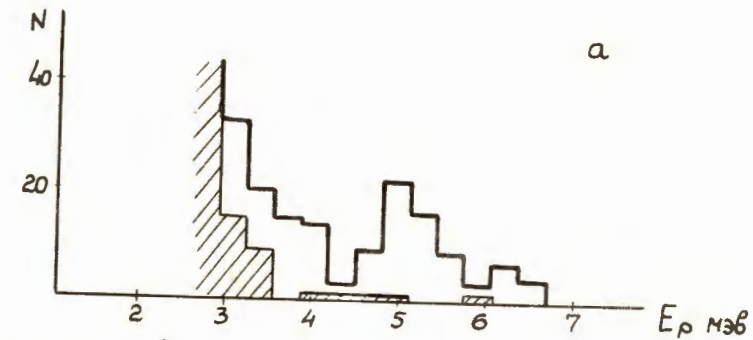


Рис. 1. Спектры протонов, полученные с поглотителем  $15\mu$  перед входным окном телескопа. Заштрихованы спектры с поглотителем  $200\mu$  Al ( $\beta$ -фон).  
 а) Диск толщиной  $50\mu$ ; чувствительный слой кремниевого детектора  $= 200\mu$ ;  
 б) Диск толщиной  $9,3\mu$ ; чувствительный слой кремниевого детектора  $= 80\mu$ .

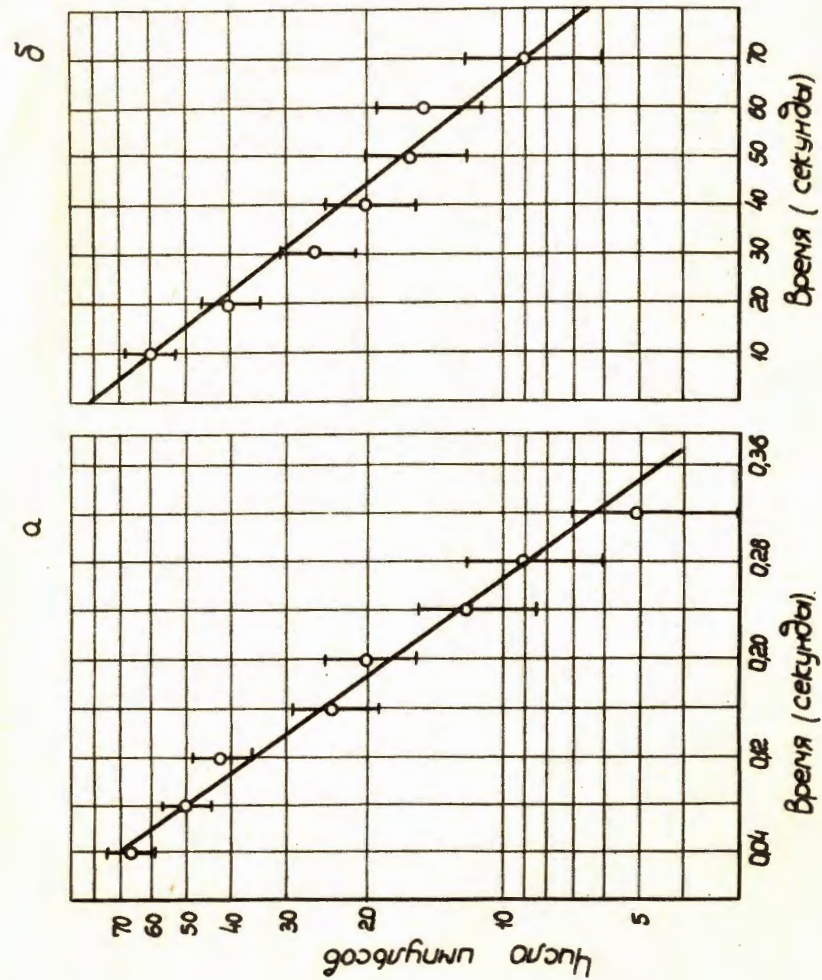


Рис. 2. Кривые распада излучателей протонов.  
 а) Группа протонов с энергией около 5 Мэв.  
 б) Группа протонов с энергией 2,5-3 Мэв.

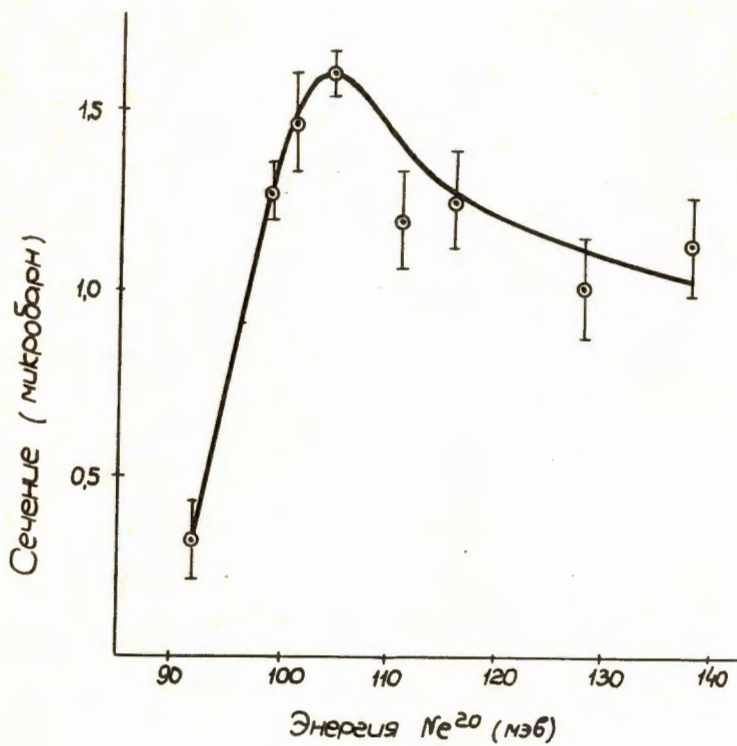


Рис. 3. Функция возбуждения для излучателя протонов с энергией 2,5-3 Мэв. Мишень из  $Ni$  толщиной 2  $\mu$ . Указаны относительные ошибки.