

С 3436
Г-935

29/11-69

СООБЩЕНИЯ
ОБЪЕДИНЕННОГО
ИНСТИТУТА
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна

P2 - 4808



К.К. Гудима, А.С. Ильинов, В.Д. Тонеев

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ γ -КВАНТОВ
С ЯДРАМИ

ЛАБОРАТОРИЯ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ФИЗИКИ

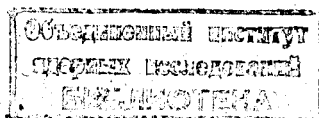
1969

P2 - 4808

К.К. Гудима, А.С. Ильинов, В.Д. Тонеев

ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ
ВЫСОКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ γ -КВАНТОВ
С ЯДРАМИ.

8116/2 иф.



В нашей предыдущей работе^{/1/} была предложена каскадная модель фотоядерных реакций при высоких энергиях. Отмечалось вполне разумное согласие теории и эксперимента по разнообразным характеристикам взаимодействия (множественность, угловые и энергетические распределения заряженных частиц) вплоть до энергий γ -квантов $T_\gamma \approx 1,5$ Гэв. Однако этот вывод основывался на анализе экспериментальных данных, полученных лишь в опытах с ядерной фотоэмульсией. В данной работе мы продолжим исследование механизма высокоэнергетических фотоядерных реакций на примере взаимодействия γ -квантов с конкретными ядрами.

Все приводимые ниже результаты вычислений получены при тех же предположениях и при тех же значениях параметров, что и в работе^{/1/}. Напомним, что рассматриваемая модель справедлива при энергиях γ -квантов выше области "гигантского резонанса". Поэтому тормозному спектру, простирающему от нуля до максимальной энергии T_γ^{\max} , сопоставляется в расчетах "обрезанный" тормозной спектр с энергией γ -квантов $55 \text{ Мэв} < T_\gamma < T_\gamma^{\max}$.

Спектры протонов и нейтронов, выбитых из ядер под определенным углом, сравниваются с измеренными в опыте на рис.1-3. Как видно, теория правильно передает форму энергетических распределений и ее изменение с углом вылета частицы и ядром-мишенью: спектры смягчаются при переходе к большим углам и более тяжелым ядрам.

Некоторое расхождение экспериментальных и энергетических распределений в области малых энергий вторичных частиц показано на рис.2. Это расхождение связано с использованием "обрезанного" тормозного спектра γ -квантов вместо реального. Действительно, приведенные на том же рисунке результаты для монохроматических γ -квантов не обнаруживают такого расхождения.

В хорошем согласии с опытом находятся также угловые распределения вторичных протонов и нейтронов (см. рис.4-6). При этом интересно отметить увеличение анизотропии углового распределения рожденных частиц с ростом их энергии и с уменьшением массового числа ядра-мишени.

Таким образом, выполненное сравнение с экспериментальными данными показывает, что каскадный механизм является основным для взаимодействия высокоэнергетических ($T_\gamma > 50$ Мэв) γ -квантов как с легкими (^{12}C , ^{27}Al), так и с тяжелыми ядрами. В целях дальнейшей проверки каскадной модели представляет интерес сопоставление абсолютных характеристик. Однако соответствующая экспериментальная информация, к сожалению, отсутствует.

Л и т е р а т у р а

1. К.К.Гудима, А.С.Ильинов, В.Д.Тонеев. Сообщение ОИЯИ, P2-4661,1969.
2. N.N.Kaushal, E.J.Winhold, P.F.Yergin, H.A.Medicus, R.H.Augustson. Phys.Rev., 175, 1330 (1968).
3. Е.Б.Бажанов. ЖЭТФ, 37, 374 (1959).
4. Е.Б.Бажанов, Ю.М.Волков, Л.А.Кульчицкий. ЖЭТФ, 35, 322 (1958).
5. C.Lavinthal, A.Silverman. Phys.Rev., 82, 822 (1951).
6. J.C.Keck. Phys.Rev., 85, 410 (1952).
7. J.W.Rosengren, J.M.Dudley. Phys.Rev., 89, 603 (1953).
8. П.С.Баранов, В.И.Гольданский. ЖЭТФ, 28, 746 (1955).

Рукопись поступила в издательский отдел

18 ноября 1969 года.

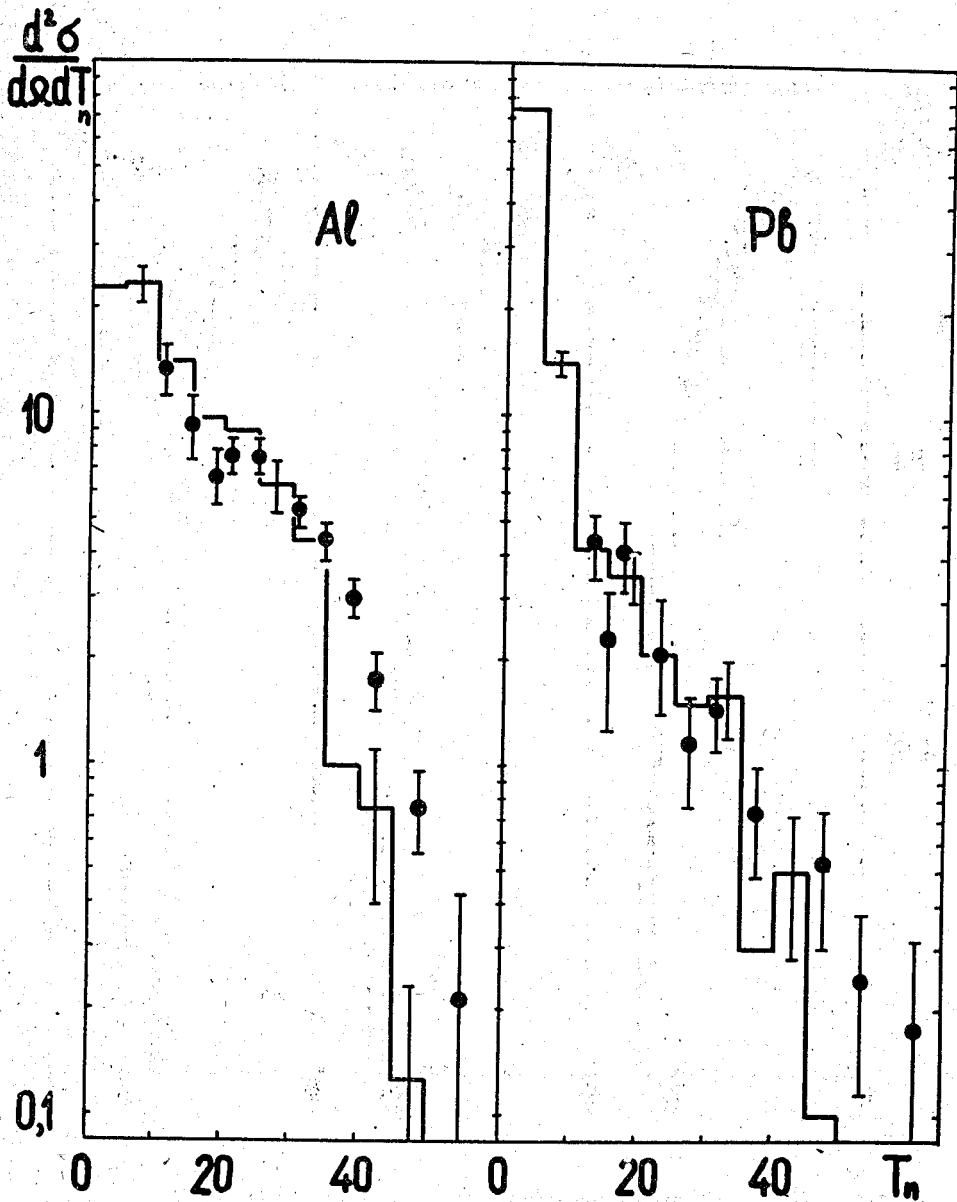


Рис.1. Энергетический спектр нейтронов под углом $\theta = 87,5^\circ$, образованных в результате взаимодействия γ -квантов с ядрами Al и Pb (в отн. ед., T_n - в Мэв). Экспериментальные точки, взятые из работы [2], и теоретические гистограммы относятся к "обрезанному" тормозному спектру с $T_\gamma^{\max} = 85$ Мэв (см. текст).

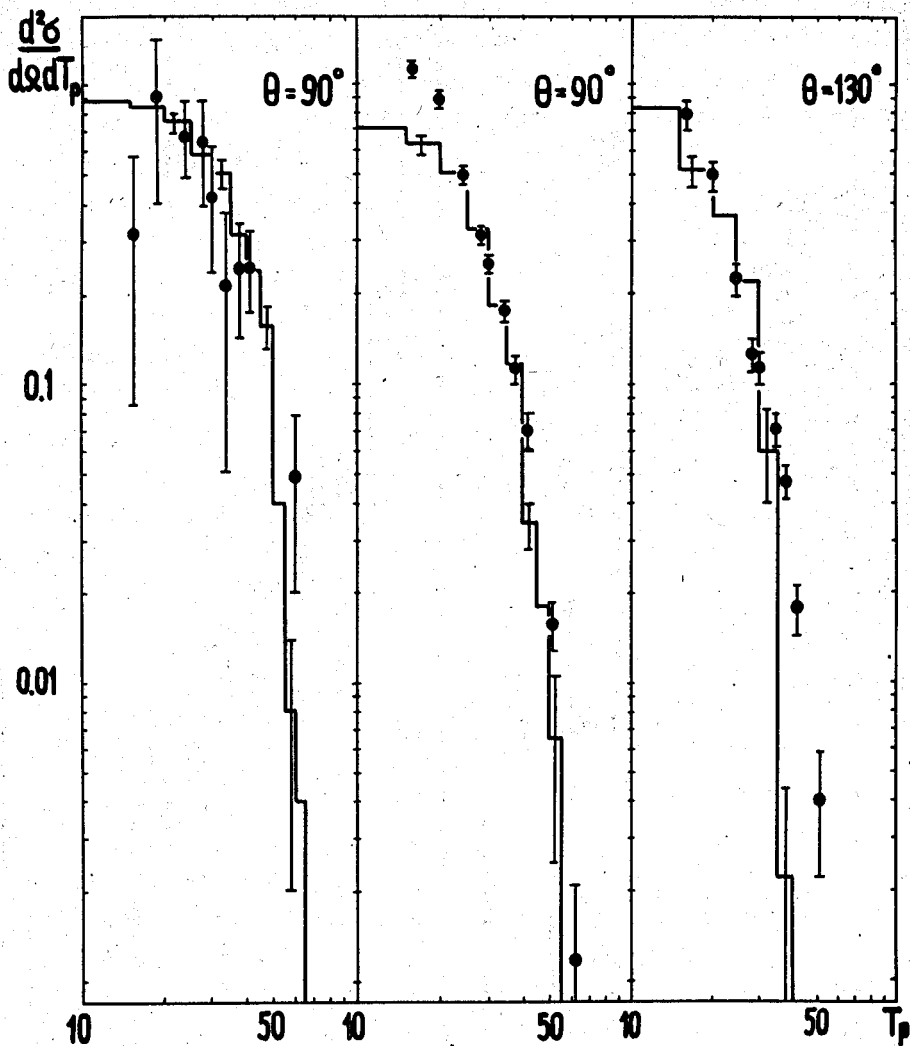


Рис.2. Спектры протонов под углом θ для реакции $\gamma + \text{Al}$ (в отн.ед., T_p - в Мэв).

Экспериментальные точки и теоретические гистограммы на левом рисунке получены с монохроматическими γ -квантами при $T_\gamma = 85 \text{ Мэв}^{3/4}$, остальные данные относятся к тормозному спектру с $T_\gamma^{\text{max}} = 85 \text{ Мэв}^{4/4}$.

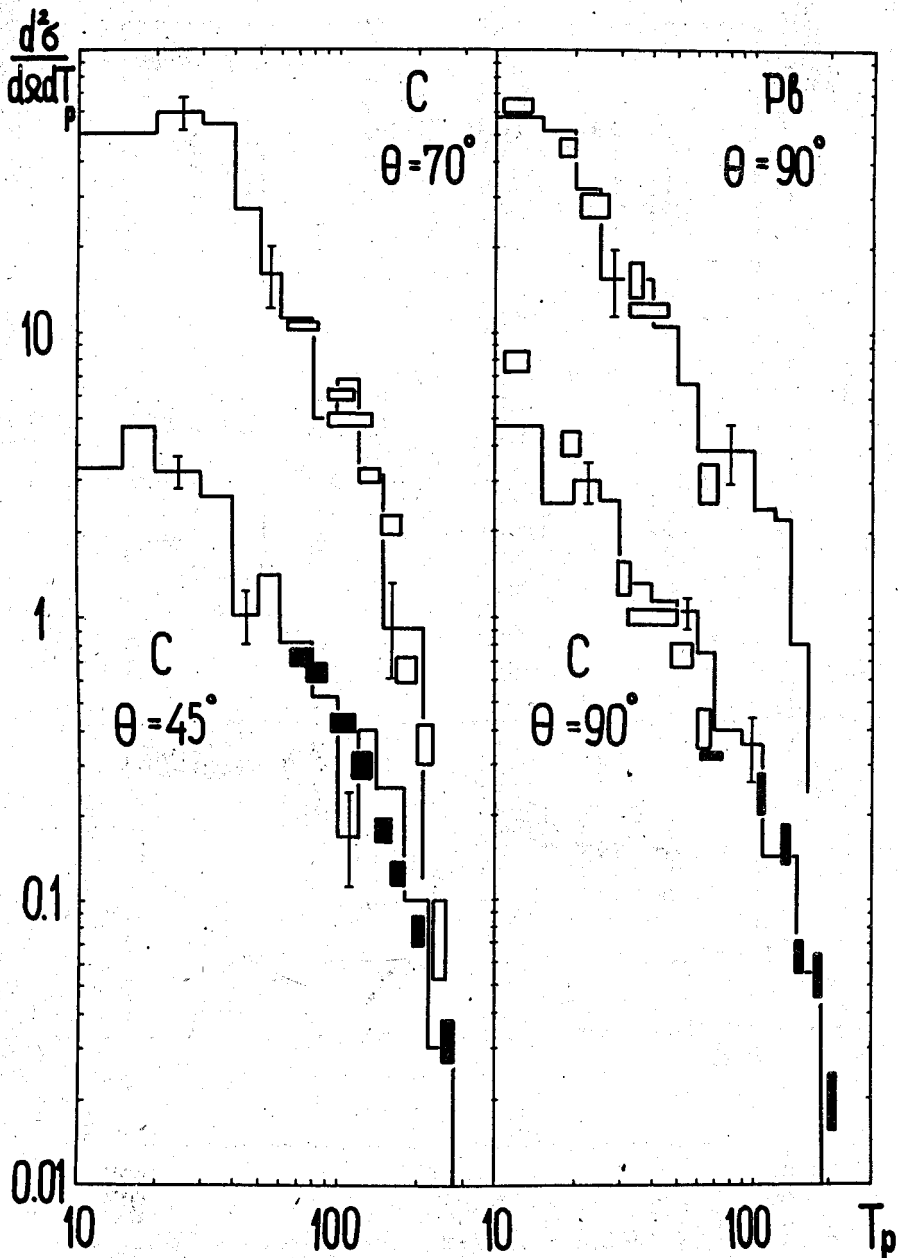


Рис.3. Энергетические спектры фотопротонов под углом θ из ядер ^{12}C и ^{207}Pb (в отн. ед., T_p - в Мэв). Максимальная энергия γ -квантов в тормозном спектре $T_\gamma^{\text{max}} = 320$ Мэв. Экспериментальные точки взяты из работ /5-7/.

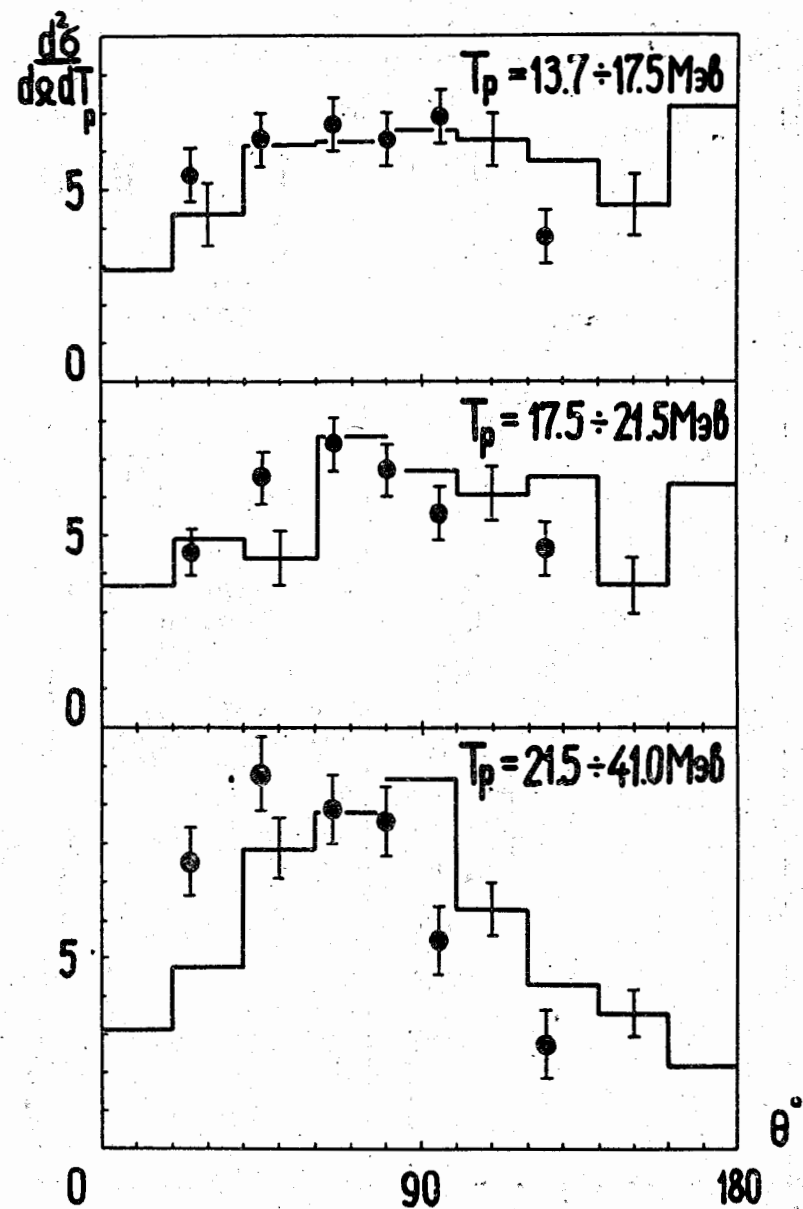


Рис.4. Угловое распределение протонов (в отн. ед.) в различных энергетических интервалах, образованных в реакции $\gamma, ^4_2\text{Al}$ с $T_{\gamma}^{\text{max}} = 85$ Мэв. Экспериментальные точки - из работы [8].

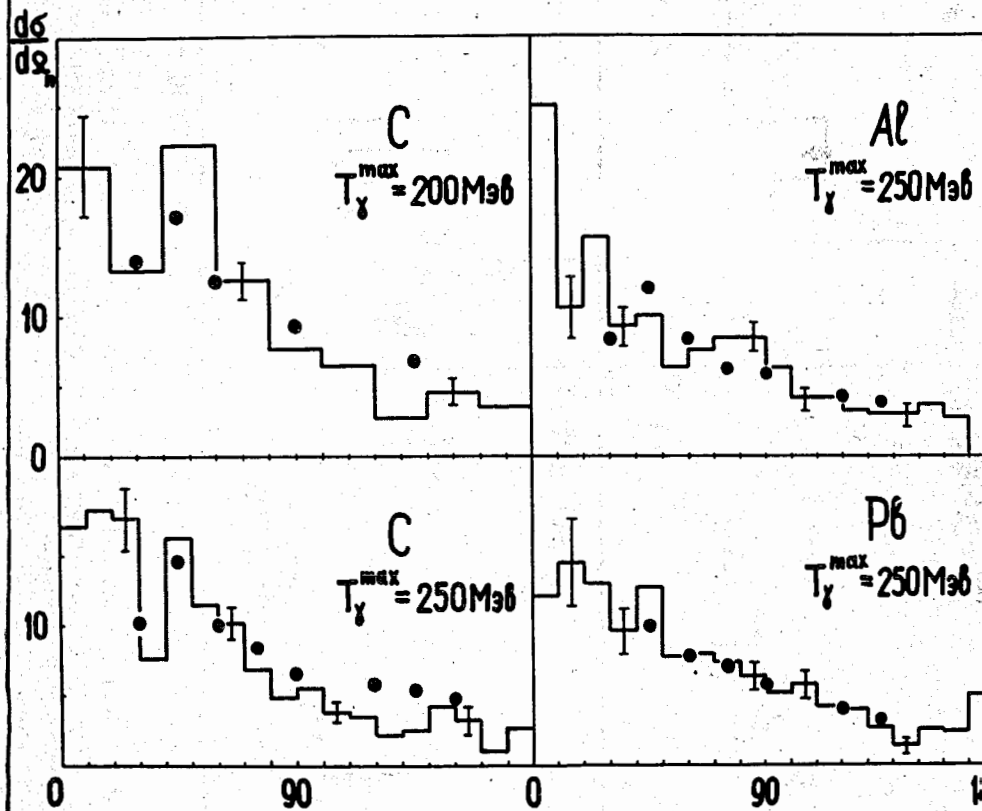


Рис.5. Угловое распределение фотонейтронов с $T_n > 30$ Мэв (в отн. ед.). На рисунке указаны ядро-мишень и значение максимальной энергии тормозного спектра γ -квантов, T_{γ}^{max} . Экспериментальные точки взяты из работы [8].

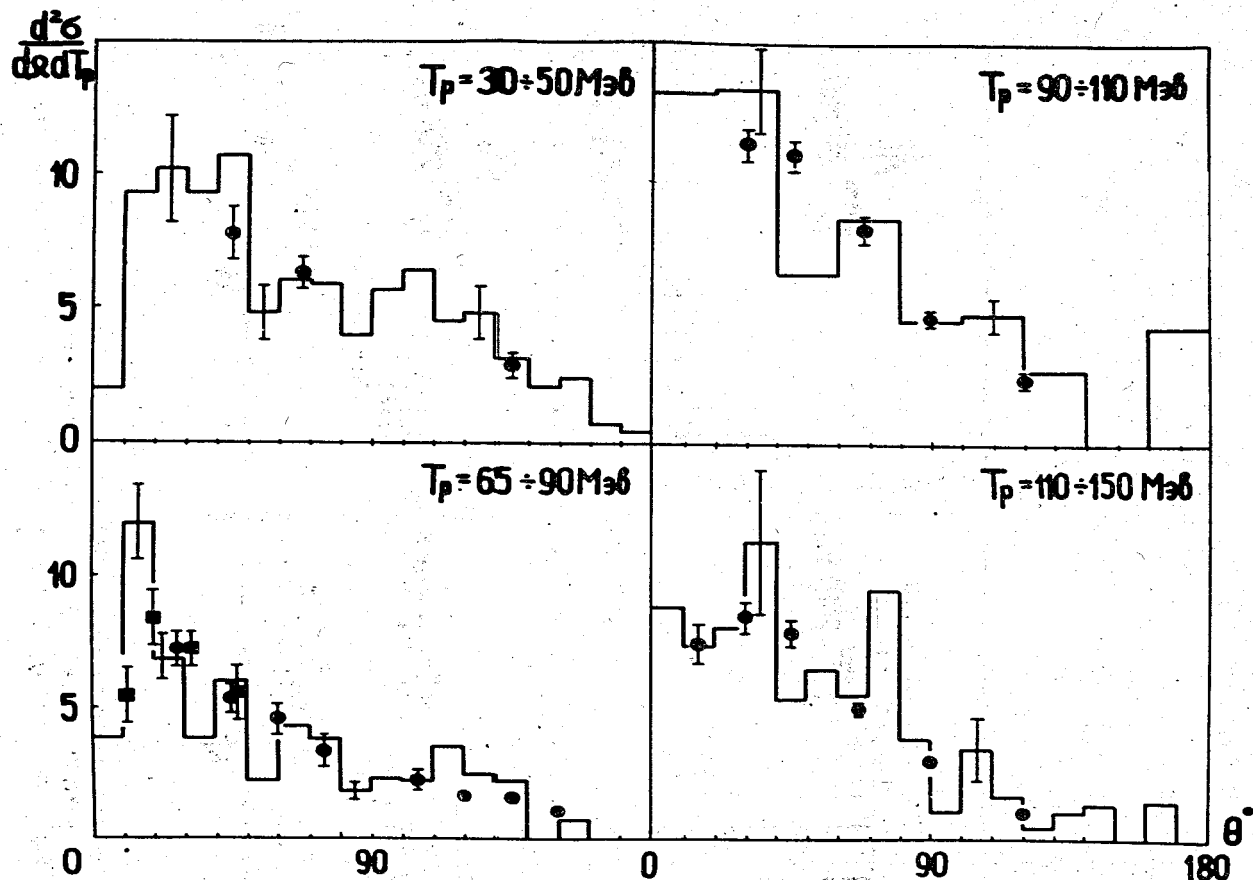


Рис.6. Угловые распределения фотопротонов из ядра ^{12}C для различных энергетических групп (в отн. ед.). Теоретические гистограммы и экспериментальные точки, взятые из работ ⁵⁻⁷, относятся к значению $T_\gamma^{\text{max}} = 300 \text{ МэВ}$.