

52



ИНСТИТУТ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ  
им. Г.И. Будкера СО РАН

В.Е. Блинов, А.А. Жоленц, В.А. Лебедев,  
С.И. Маньков, А.В. Матвеев, В.А. Таюрский

ЗАЩИТА ДЕТЕКТОРА  
ОТ ФОНА СИНХРОТРОННОГО ИЗЛУЧЕНИЯ  
В АСИММЕТРИЧНОЙ 6,5×4,3 ГэВ В-ФАБРИКЕ

ИЯФ 92-62



НОВОСИБИРСК

Защита детектора от фона синхротронного излучения  
в асимметричной 6.5x4.3 ГэВ В-фабрике

Блинов В. Е., Жоленц А. А., Лебедев В. А., Маньков С. И.,  
Матвеев А. В., Таюрский В. А.

Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера  
630090, Новосибирск, Россия

АННОТАЦИЯ

Описана схема маскирования синхротронного излучения (СИ) в финальном фокусе асимметричной 6.5x4.3 ГэВ В-фабрике. Рассчитаны коэффициенты отражения и формы энергетических спектров фотонов после первого, второго и третьего отражения от различных металлов. Подобрано оптимальное покрытие приёмников излучения и вакуумной камеры. Исследованы эффекты, возникающие на краю приёмника излучения. Рассчитан поток фотонов в вершинном детекторе, который составил  $2 \cdot 10^6$  фотонов/с.

© Институт ядерной физики им. Г. И. Будкера, СО РАН

1. ИСХОДНЫЕ ДАННЫЕ

Кратко напомним основные особенности проекта асимметричной 6.5x4.3 ГэВ В-фабрики [1], существенные для задачи защиты вершинного детектора от фона синхротронного излучения.

Начнём со схемы разведения орбит. В проекте применяется магнитное разведение орбит, базирующееся на разности энергий пучков. Разведение начинается в поворотном магните М1, расположенном в 40 см от места встречи, и продолжается в следующей за магнитом квадрупольной линзе Q1 (Рис. 1). Линза смещена относительно оси детектора и поставлена по орбите пучка низкой энергии (ПНЭ). Смещение линзы составляет -4 мм на её входе и +8 мм на её выходе. В результате орбита пучка низкой энергии в линзе длиной 55 см лежит в магнитном поле 3 кГс, а поле на орбите пучка высокой энергии (ПВЭ) постоянно убывает при продвижении вдоль линзы с 2.7 кГс до 1.2 кГс. Длина и поле поворотного магнита - 60 см и 4 кГс. Оба эти элемента ускорителя находятся внутри детектора.

Все последующие ускорительные элементы располагаются снаружи детектора. СИ из этих элементов существенного влияния на загрузки детектора не оказывает.

Следующий важный для нашей задачи исходный параметр - это эмиттанс пучков. В рассматриваемом проекте В-фабрики он очень мал. Горизонтальный эмиттанс составляет  $5 \cdot 10^{-7}$  см·рад для ПВЭ и  $4 \cdot 10^{-7}$  см·рад для ПНЭ. Вертикальный эмиттанс одинаков для обоих пучков и равен  $2.5 \cdot 10^{-8}$  см·рад.

## 2. ОПИСАНИЕ МАСКИРУЮЩЕЙ СХЕМЫ

Традиционная схема защиты детектора от прямого СИ показана на Рис. 2. Вершинный детектор находится в тени от приёмников излучения, расположенных справа и слева от точки взаимодействия. В детектор попадают только фотоны 2, отражённые от приёмников СИ. К сожалению, на В-фабрике эта схема неприемлива из-за чрезвычайно интенсивного СИ в магнитной системе финального фокуса, часть элементов которого размещена прямо внутри детектора. Сужение апертуры вакуумной камеры ускорителя в районе места встречи приводит к образованию резонирующей полости, в которой пучок возбуждает электромагнитные колебания. Это, в свою очередь, вызывает сильный нагрев тонкой вакуумной камеры вблизи точки взаимодействия и само- и взаимовлияние пучков друг на друга.

Схема маскирования, предложенная для В-фабрики, изображена на Рис. 3. Основными элементами защиты детектора от фона СИ являются две диафрагмы (1) Рис. 3, расположенные на расстоянии 38 см слева и справа от места встречи. Диафрагмы одновременно являются приёмниками излучения и коллиматорами для фотонов дважды и более раз отражённых предыдущими элементами вакуумной камеры. Прямое СИ, прошедшее в апертуру первой диафрагмы, при приближении к месту встречи распространяется далее беспрепятственно нигде не задевая вакуумной камеры и уходит за вторую диафрагму, где и попадает на приёмник излучения.

Для того, чтобы исключить взаимодействие прямого СИ со второй диафрагмой применяется небольшой S-изгиб орбит пучков [2] в вертикальной плоскости (Рис. 4). ПВЭ направляется к центру магнита М1 с вертикальным углом + 4.4 мрад., а ПНЭ - с углом -6.6 мрад. Эти углы зануляются перед местом встречи магнитом М1, который наряду с вертикальной компонентой магнитного поля  $B_z = 4$  кГс имеет и горизонтальную, равную  $B_x = 1.58$  кГс.

Синхротронное излучение, возникающее в магните М1 вследствие вертикального изгиба траектории пучков, проходит сквозь апертуру обеих диафрагм и принимается вдали от места встречи. СИ из более удаленных источников лежит в плоскости орбиты пучков и, следовательно, направлено в вертикальной плоскости под углом + 4.4 мрад. для ПВЭ и - 6.6 мрад. для ПНЭ. В результате, на диафрагмах плоские лучи СИ разведены по вертикали. Поэтому выбором соответствующей конструкции диафрагмы можно ограничивать луч

СИ, идущий к центру и пропускать луч СИ, прошедший сквозь апертуру первой диафрагмы и идущий от центра (схема Рис. 4).

Разведение лучей СИ по вертикали составляет 8.6 мм на диафрагме со стороны ПВЭ и 6.8 мм на диафрагме ПНЭ. Выбор величины разведения обусловлен заботой о СИ электронов и позитронов, находящихся в хвостах вертикального координатного и углового распределений. При указанном разведении лучей СИ описываемая маскирующая схема остается эффективной вплоть до угловых отклонений  $\pm 20 \sigma'_z$  и координатных отклонений  $\pm 20 \sigma_z$ , где величины  $\sigma'_z$  и  $\sigma_z$  являются среднеквадратичными угловыми и координатными размерами пучков в точке излучения.

Внутренняя вакуумная камера (2) Рис. 3, сочленяющая диафрагму с центральным участком, тоже является коллиматором для фотонов, возникающих после первого отражения СИ от приёмников излучения. Внутренние размеры её поперечного сечения практически совпадают с размерами диафрагмы за исключением горизонтального размера. Этот размер выбирается таким образом, чтобы после диафрагмы обеспечить беспрепятственное прохождение прямого СИ.

Вакуумная камера (3) вершинного детектора (4) - цилиндрическая с диаметром 40 мм толщиной 1 мм. Коллиматоры входят внутрь камеры и оставляют свободным для регистрации линейный угол 0.3 рад. Образовавшаяся резонансная полость (5) прикрыта внутренней фальшкамерой (2), чтобы избежать повышенных тепловыделений на камере (3) вследствие когерентных потерь энергии пучков в полости. Внутренняя вакуумная камера выполнена из бериллия с толщиной стенки 0.5 мм и имеет форму поперечного сечения, продолжающую форму коллиматора на участке сочленения. Внутренняя поверхность камеры покрыта алюминием толщиной 0.15 мм.

Следует отметить ещё одну важную деталь конструкции маскирующей схемы - плавное сужение вакуумной камеры к диафрагме (1). Это способствует существенному снижению когерентных потерь энергии пучков на переходе по сравнению со случаем резких границ, а также увеличивает площадь поверхности приёмника СИ, что позволяет иметь тепловую нагрузку на погонный сантиметр длины приёмника СИ в самых напряжённых местах не более 100 Вт.

## 3. ИСТОЧНИКИ ФОНА

На Рис. 5, 6, 7, 8 изображены возможные пути попадания отражённых фотонов СИ, в предложенной геометрии места встречи, в

вершинный детектор (фоны). Минимальное количество отражений, после которых фотон СИ попадает в вершинный детектор, равно двум Рис. 5, 6. При этом дополнительное ослабление фона даёт малый телесный угол ( $\Omega \approx 10^{-5}$  стеррад) в который происходит отражение в сторону вершинного детектора. В остальных случаях минимальное число отражений больше либо равно трём Рис. 7. Фоны, связанные с падением излучения на край приемника показаны на Рис. 8.

Для определения вклада в фон от каждого из перечисленных процессов необходимо знать: критическую частоту СИ, энергетические спектры фотонов после первого, второго и третьего отражения, фон от края приёмника СИ. На Рис. 9 изображено распределение по спектру числа фотонов, излучаемых за секунду пучками высокой и низкой энергии с током в один ампер в поле 3 кГс в угол 1 мрад. Суммарное количество фотонов, падающее на приёмники СИ 1 и 2 Рис. 3 от двух пучков и зависимость числа фотонов, летящих в единицу телесного угла, от напряжённости магнитного поля приведена на Рис. 10. ПВЭ из-за более жёсткого спектра и в шесть раз большего количества фотонов, даёт подавляющий вклад в фон вершинного детектора. Поэтому фоном от ПНЭ можно пренебречь.

#### 4. ОПИСАНИЕ ПРОГРАММЫ

Для вычисления коэффициентов отражения, прохождения фотонов через вещество и краевого эффекта на приёмнике излучения использовалась программа EMSH [3], созданная в ИЯФ СО РАН. В программе моделируются процессы фотоэффекта, когерентного и некогерентного рассеяния, характеристического излучения с К и L - оболочек атома. Для проверки программы был проведён расчёт величины альбедо энергии гамма-излучения изотопов  $Au^{198}$  ( $E_0 = 410$  кэВ) и  $Co^{60}$  ( $E_0 = 1250$  кэВ) для веществ с различным зарядом ядра Z при углах падения излучения на поверхность вещества  $0^\circ$ ,  $45^\circ$ ,  $60^\circ$ . Полученные значения альбедо с точностью до ошибок согласуются с результатами измерения и расчётами, сделанными в работе [4] Рис. 11. Из сравнения с экспериментом точность расчёта коэффициентов отражения оценивается нами в 20-30%.

Для лучшего понимания дальнейших результатов в таблице 1 приведены полные сечения процессов в интересующей нас области энергии. Видно, что максимальное сечение имеет фотоэффект. Когерентное рассеяние доминирует над некогерентным. В таблице 2

представлены некоторые характеристики различных веществ: заряд ядра, плотность, радиационная длина, энергии К, L, M, - оболочек, длины ослабления для различных энергий фотонов.

Таблица 1

Материал	$E_\gamma$ кэВ	$\sigma$ , ф. э. барн/атом	$\sigma$ , ког. барн/атом	$\sigma$ , неког. барн/атом
Al	5	8460	50.0	0.03
	10	1150	25.0	0.09
	30	38.0	4.9	0.34
	100	0.8	0.6	0.85
Cu	5	19500	307	0.05
	10	22600	153	0.15
	30	1090	36.0	0.70
	100	30	4.5	1.80
Ag	5	132000	820	0.06
	10	20600	459	0.20
	30	6420	117	1.00
	100	224	16	2.90

#### 5. РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫЧИСЛЕНИЙ

Основные требования к материалу приёмников излучения и вакуумной камеры - малый коэффициент отражения при первом, втором и третьем отражении СИ. Было исследовано несколько возможных путей уменьшения коэффициента отражения. Многослойные покрытия, когда на основной материал наносится один или несколько тонких слоёв другого вещества, позволяют уменьшить коэффициент отражения в 2 - 3 раза. Основная функция тонких покрытий переизлучить линии жёсткого характеристического излучения основного материала в более мягкую область. Правильно выбрать многослойное покрытие можно, если угол падения излучения на поверхность фиксирован. Поэтому у нас их применение оправдано только при первом отражении СИ от приёмника.

Количество отражений, после которых фотон попадает в вершинный детектор, в нашем случае два и более. Поэтому возможен подбор комбинации материалов, при котором суммарный коэффициент отражения минимален.

Для анализа этого случая были проделаны следующие расчёты. СИ от пучка с энергией 8.0 ГэВ из поля 2.5 кГс светит по нормали

Таблица 2

Веще- ство	Be	C	Al	Si	Ti	Cu	Mo	Ag	W	Au	Pb
Z	4	6	13	14	22	29	42	47	74	79	82
$\rho$ , г/см <sup>3</sup>	1.84	2.25	2.7	2.3	4.5	8.93	10.2	10.5	19.3	19.3	11.4
X <sub>0</sub> , мм	353	188	89	93.6	14.0	14.3	9.80	8.52	3.50	3.55	5.60
Обо- лочка	Энергии уровней, кэВ										
K	0.18	0.28	1.56	1.84	4.96	9.0	20	25.5	69.5	81.0	88.0
L	—	—	0.07	0.10	0.46	0.95	2.6	3.5	11.5	13.0	15.0
M	—	—	—	—	—	0.08	0.4	0.6	2.0	3.2	3.0
E <sub>γ</sub> , кэВ	Длина ослабления в e раз, мкм										
1	91	2.0	3	2.8	0.4	0.1	0.2	0.14	0.14	0.11	0.17
3	275	50	5	4.5	7.0	1.5	0.5	2.0	0.3	0.26	0.45
5	1460	240	20	18	4.0	6.0	2.0	1.3	1.0	0.8	1.2
8	6720	1110	77	70	13	2.2	6.6	4.6	3.2	2.6	4.0
10	13900	2250	146	134	22	7.0	12	8.0	6.0	4.7	7.2
15	51500	8285	505	453	68	19	37	26	4.4	4.0	10
20	122500	20860	1210	1090	152	40	82	57	9.0	8.0	13
40	393000	137900	10500	9260	1170	270	111	95	57	47	73
60	375000	216200	34200	30700	3980	870	307	240	170	140	215
100	298000	209600	99400	98400	17160	3820	1210	888	230	226	396

на металл 1 отражённый спектр падает на металл 2. В таблице 3 приведены коэффициенты первого  $K_1$  и второго  $K_2$  отражения назад в единицу телесного угла и их произведение для Al, Ti, Cu, Ag, W. Хорошие результаты дают комбинации Ti-W, W-Al. В два, три раза худшие значения имеют сочетания Al-Ti, Ti-Cu, Ti-Al, Cu-Al, Ag-Ti, Ag-Ag, W-Ag, W-W. Надо отметить, что отличие суммарного

Таблица 3  
(E=8.0ГэВ, H=2.5кГс)

Материал N1	$K_1 \cdot 10^3$ ( $\Omega=\pi$ )	Материал N2	$K_2 \cdot 10^3$ ( $\Omega=\pi$ )	$K_1 \cdot K_2 \cdot 10^6$
Al	1.6	Al	6.3	10.0
		Ti	2.6	4.3
		Cu	5.7	9.5
		Ag	14.0	23.2
		W	4.0	6.6
Ti	3.74	Al	1.3	4.9
		Ti	5.0	19.0
		Cu	0.97	3.6
		Ag	3.6	13.5
		W	0.66	2.5
Cu	4.72	Al	1.1	5.2
		Ti	7.9	37.3
		Cu	8.4	39.6
		Ag	2.1	9.9
		W	2.1	9.9
Ag	2.81	Al	2.4	6.7
		Ti	1.8	5.1
		Cu	6.4	18.0
		Ag	2.0	5.6
		W	4.3	12.1
W	2.76	Al	1.0	2.76
		Ti	7.8	21.5
		Cu	11.0	30.4
		Ag	2.2	6.1
		W	2.5	6.9

коэффициента ослабления достигает 16 раз для пар Ti-W и Cu-Ti, Cu-Cu.

На Рис. 12, 13 приведена зависимость коэффициента отражения после первого и второго рассеяния для алюминия и серебра от критической энергии СИ. Коэффициент отражения от алюминия очень слабо зависит от критической энергии, но жёсткость спектра отражённого излучения сильно возрастает при увеличении энергии пучка Рис. 14, 15.

Желательно иметь покрытие приёмников и вакуумной камеры из одного материала. С учётом результатов предыдущих расчётов для дальнейших исследований были выбраны три кандидата на эту роль: алюминий, медь, серебро. На Рис. 16-27 приведены вероятности иметь фотон с данной энергией при первом, втором, третьем отражении и после прохождения вакуумной камеры, покрытой 0.15 мкм алюминия, для этих металлов. Нормировка производилась на первичный фотон СИ. Энергия пучка равнялась 6.5 ГэВ, напряжённость магнитного поля 3.0 кГс. В таблице 4 представлены коэффициенты

Таблица 4  
(E=6.5 ГэВ, H=3.0 кГс)

Материал	$K_1 \cdot 10^3$ $\Omega=2 \cdot \pi$	$K_2 \cdot 10^3$ $\Omega=2 \cdot \pi$	$K_3 \cdot 10^3$ $\Omega=2 \cdot \pi$	$K_{в.к.}$	$K_{tot} \cdot 10^{11}$
Al	0.95	1.30	1.94	0.50	120
Cu	2.48	6.25	6.40	0.12	1190
Ag	1.29	1.19	1.25	0.025	4.8

ослабления первичного СИ в телесный угол  $2\pi$  после первого  $K_1$ , второго  $K_2$ , третьего  $K_3$  отражения, прохождения через вакуумную камеру  $K_{в.к.}$  и полный коэффициент ослабления  $K_{tot}$  для алюминия, меди, серебра.

Из приведённых данных видно, что серебро в 25 раз лучше алюминия и в 250 раз - меди. Исследована зависимость коэффициента ослабления излучения при прохождении вакуумной камеры после двух и трёх отражений СИ от толщины и материала покрытия (алюминий, титан, медь). Нанесение 0.15 мкм алюминия на внутреннюю поверхность бериллиевой вакуумной камеры толщиной 1 мм всего на 25% увеличивает угол многократного рассеяния. При этом для серебра излучение ослабляется в 40 раз таблица 4. На Рис. 28 изо-

бражена зависимость коэффициента ослабления вакуумной камеры (1мм Be + 0.15 мм Al) от угла падения для двух и трёхкратно отражённого от серебра СИ кривая 1 и 2 соответственно. В диапазоне углов от 0 до 70° коэффициент ослабления изменяется незначительно. Резкое усиление ослабления наблюдается при приближении к 90°.

Было проведено исследование краевого эффекта при падении СИ (E=6.5 ГэВ, H=3.0 кГс) на край приёмника излучения. Этот эффект обусловлен выходом рассеянных и флуоресцентных фотонов через боковую поверхность приёмника. Рассчитывалась величина  $\xi$ , равная количеству вышедших частиц в единицу телесного угла нормированному на число падающих фотонов СИ, в зависимости от расстояния X между падающим СИ и краем приёмника. На Рис. 29 показано поведение величины  $\xi$  для меди, серебра и вольфрама. Вольфрам имеет приблизительно на порядок меньший краевой эффект, что согласуется с результатами работы [5]. Результаты исследования краевого эффекта для серебра при различных критических энергиях СИ представлены на Рис. 30. Учёт неидеальности края приёмника в виде закругления радиусом 20 мкм приводит к увеличению фона от этого процесса в четыре раза.

## 6. ВЫВОДЫ

Расчёт загрузок вершинного детектора был проведён с учётом реальных углов падения СИ и телесных углов. В качестве металла, который наносится на поверхность приёмников и вакуумной камеры в области финального фокуса, было выбрано серебро. Оно имеет лучший коэффициент ослабления и достаточно малый краевой эффект на приёмнике излучения, а также очень хорошую теплопроводность. Толщина слоя серебра составляет 0.5 мкм. Сами приёмники изготовлены из меди и охлаждаются водой. Внутренняя вакуумная камера выполнена из бериллия толщиной 0.5 мм. Внутренняя поверхность камеры покрыта алюминием толщиной 0.15 мкм. Внешняя вакуумная камера изготовлена из бериллия толщиной 1 мм - вакуумноплотная.

Энергетический спектр фотонов, прошедших вакуумную камеру, показан на Рис. 31. На Рис. 32 приведены зависимости вероятности взаимодействия фотона в вершинном детекторе от энергии. Для одного слоя кремниевых детекторов толщиной 0.35 мм и газового детектора на CO<sub>2</sub> с давлением 3 атмосферы и базой 15 см [6]. На Рис. 33, 34 изображено количество фотонов, регистрируемых в га-

зовом и кремниевом вершинном детекторе за одну секунду при выбранной конструкции промежутка, в зависимости от их энергии. В таблице 5 приведено количество фотонов, регистрируемых в газовом

Таблица 5

Детектор	Процесс1 (фот/с)	Процесс2 (фот/с)	Процесс4 (фот/с)	Процесс4 (фот/с)	Сумма
Газовый	$1.28 \cdot 10^4$	$1.72 \cdot 10^4$	$3.40 \cdot 10^3$	$8.60 \cdot 10^3$	$1.6 \cdot 10^5$
Крем-вый	$4.92 \cdot 10^5$	$6.57 \cdot 10^4$	$1.31 \cdot 10^4$	$3.28 \cdot 10^4$	$6.0 \cdot 10^5$

и одном слое кремниевого детектора за одну секунду, от процессов 1, 2, 3, 4 - Рис. 5, 6, 7, 8 соответственно. При любой конструкции вершинного детектора эта загрузка в десятки раз меньше допустимого предела.

Авторы выражают благодарность А.Е. Бондарю, А.М. Власову, А.П. Онучину, Л.В. Романову и В.И. Тельнову за обсуждения полученных результатов и высказанные замечания, А.Г. Чилингарову за предоставленные материалы по кремниевым детекторам.

ЛИТЕРАТУРА

1. А.В. Александров и др. Проект В-фабрики в Новосибирске. Труды 12 Всесоюзного совещания по ускорителям заряженных частиц. Дубна 1990г.
2. SLC design handbook. 21 December 1985.
3. В.А. Таюрский. Препринт ИЯФ 89-16.
4. Булатов, Гарусов. Атомная энергия 5, 12 стр. 631, 1958.
5. А.Р. Onuchin, Yu.F. Tikhonov. Preprint INP 77-77.
6. T. Tauchi, et al. Preprint KEK 89-83.

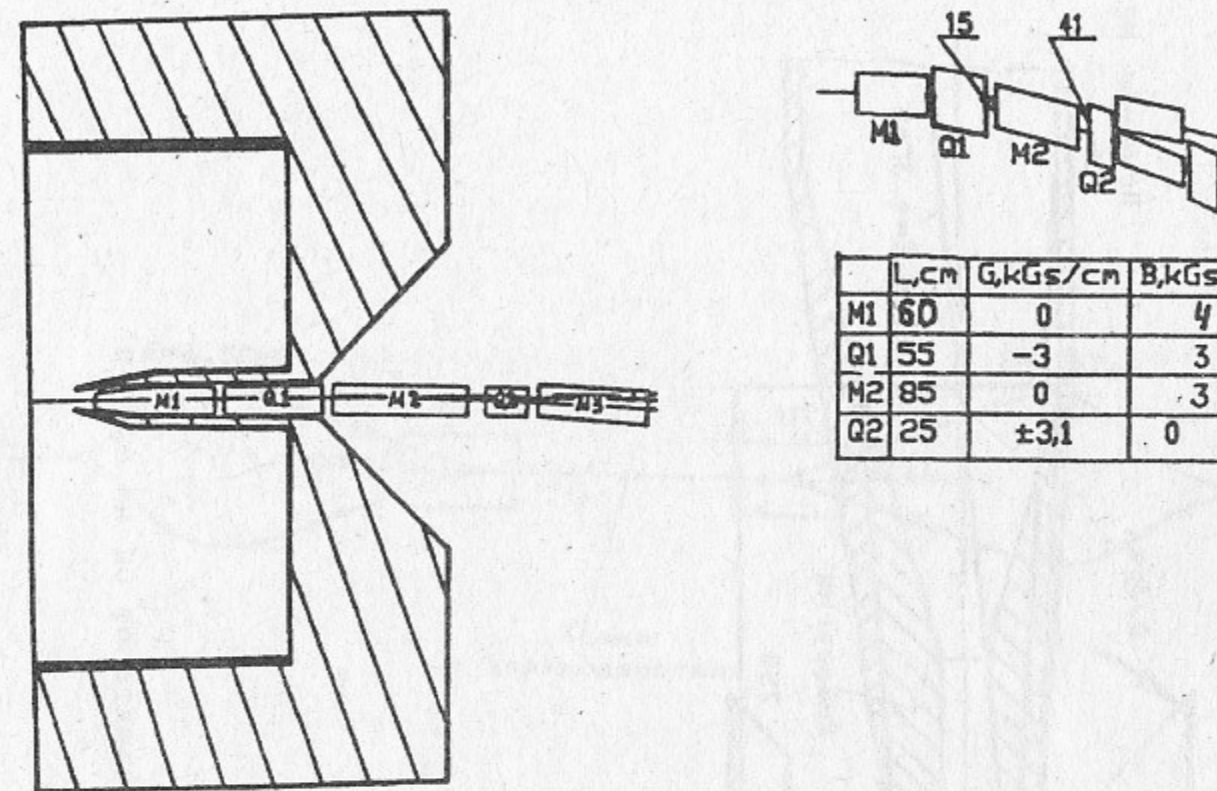


Рис. 1. Схема организации финального фокуса ВЭПП-5.

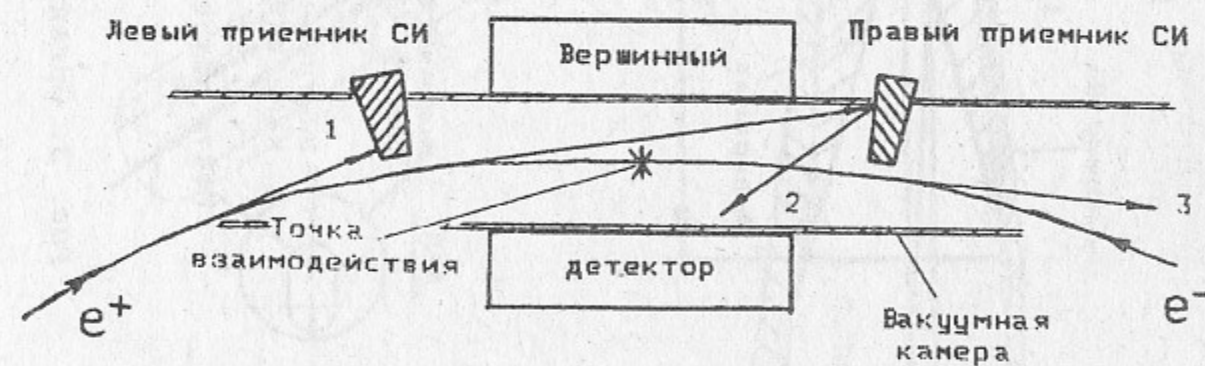


Рис. 2. Традиционная схема защиты детектора от синхротронного излучения.

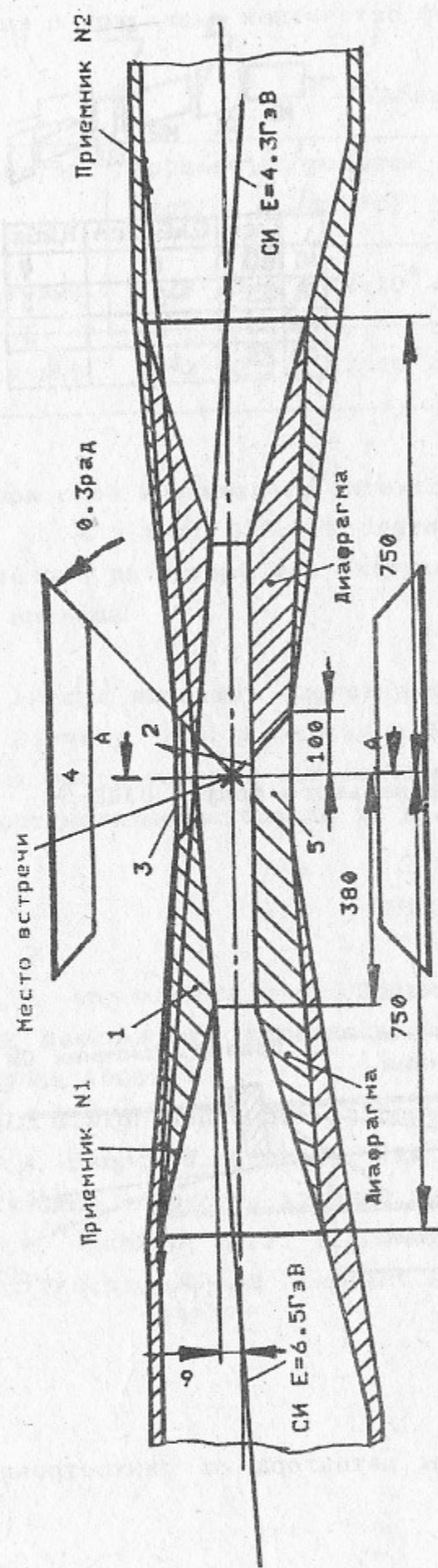


Рис. 3. Организация места встречи и защита от СИ на ВЭШ-5.

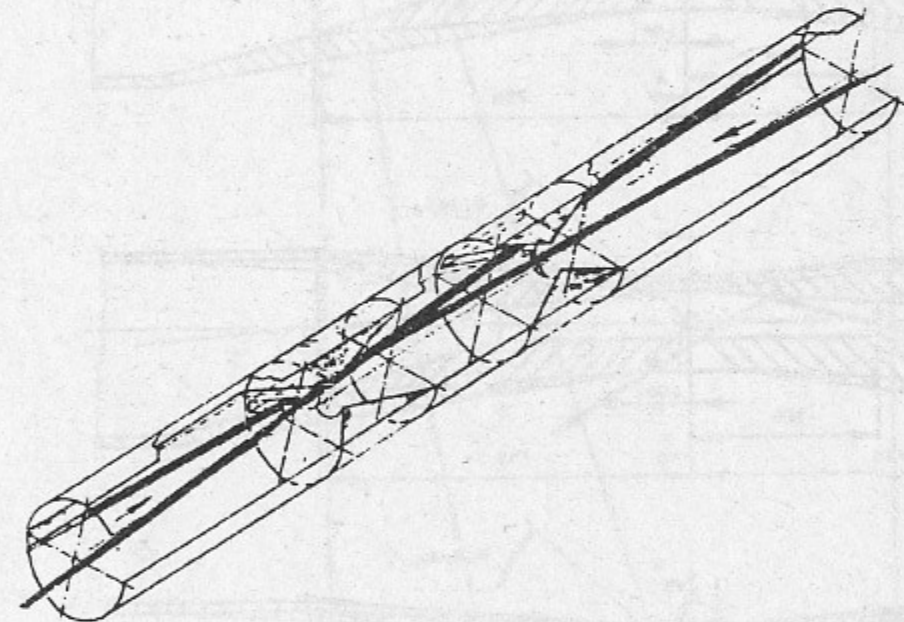
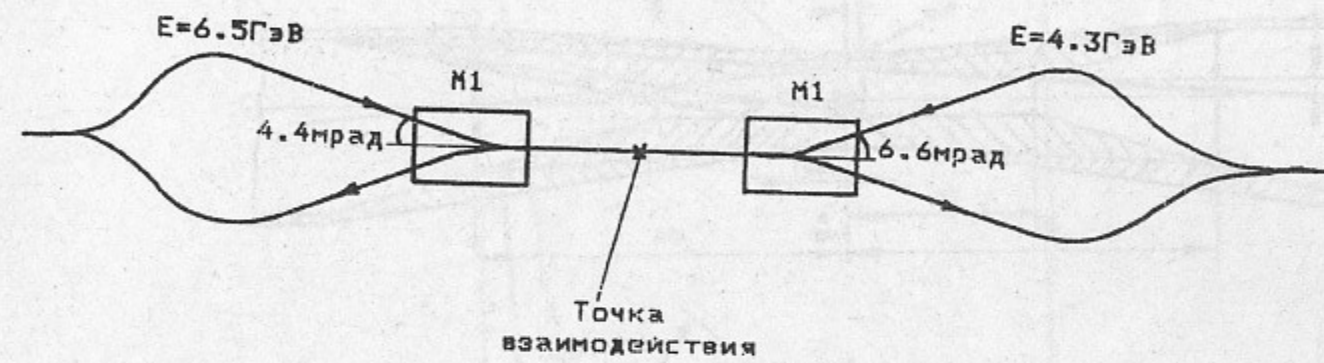


Рис. 4. Траектория пучков и ход лучей СИ вблизи места встречи.



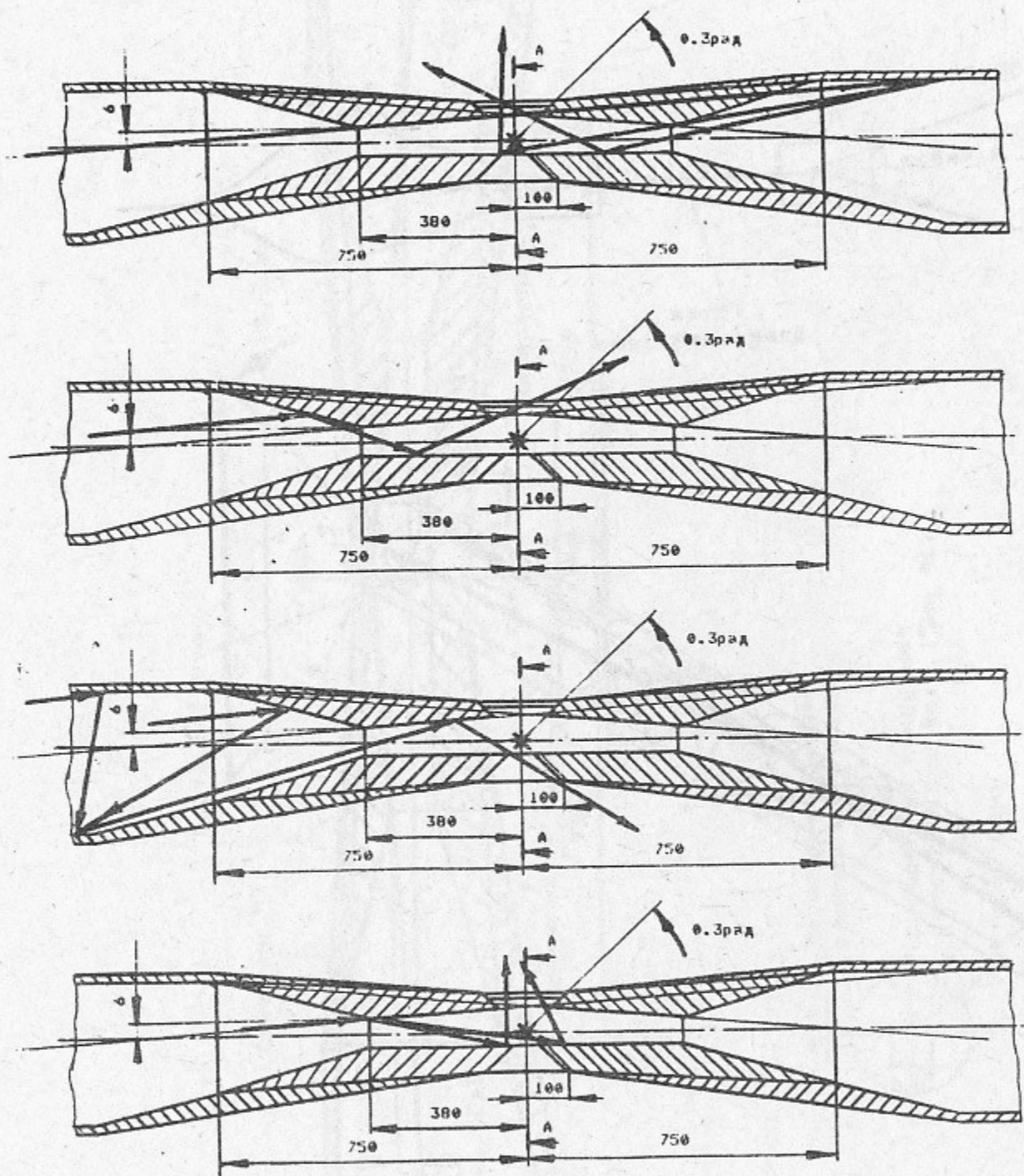


Рис. 5, 6, 7, 8. Возможные варианты фонов в вершинном детекторе.

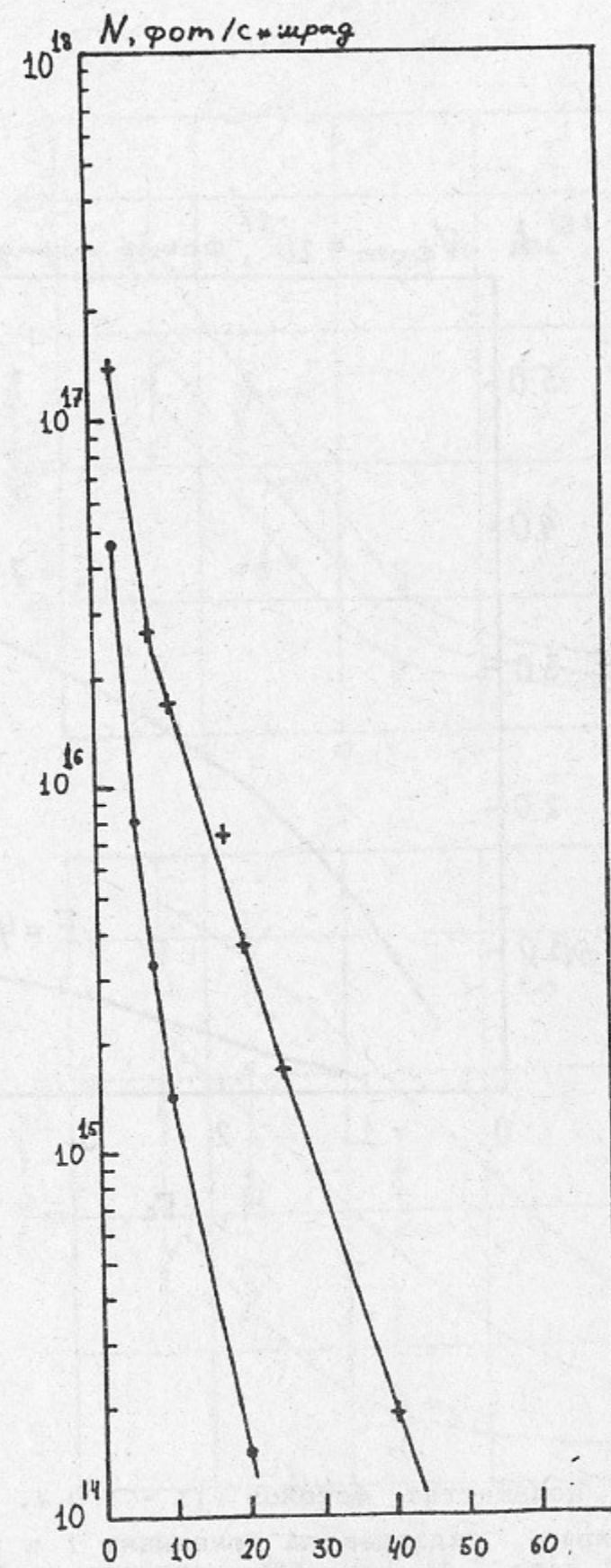


Рис. 9. Дифференциальные спектры СИ от пучка высокой и низкой энергии с током 1 А: + -  $E = 6.5$  ГэВ,  $H = 3$  кГс,  $E_c = 8.4$  кэВ; • -  $E = 4.3$  ГэВ,  $H = 3$  кГс,  $E_c = 3.6$  кэВ.

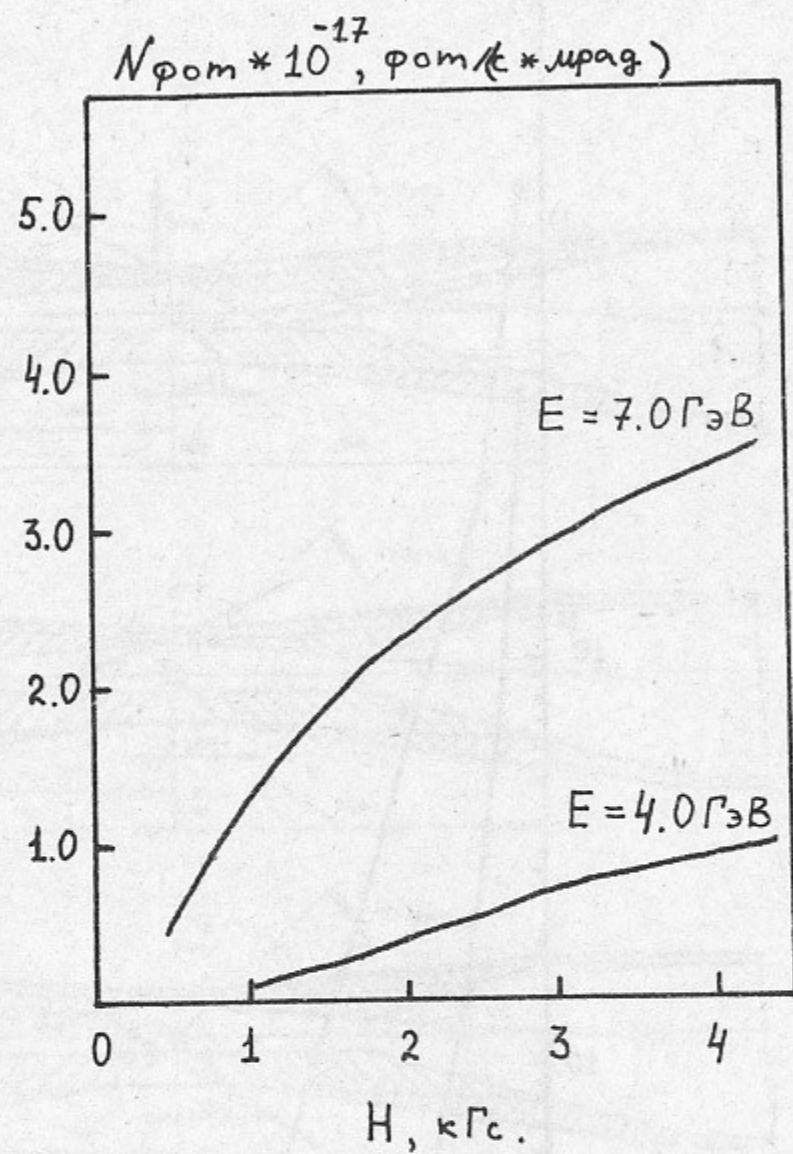


Рис. 10. Полное количество фотонов ( $I = 1.0 \text{ А}$ ,  $E_{\gamma} > 1.5 \text{ кэВ}$ ,  $\vartheta = 1 \text{ мрад}$ ), падающее на приемники 1 и 2. Приемник 1:  $N_{\text{tot}} = 2.15 \cdot 10^{18} \text{ фот/с}$ . Приемник 2:  $N_{\text{tot}} = 5.00 \cdot 10^{17} \text{ фот/с}$ .

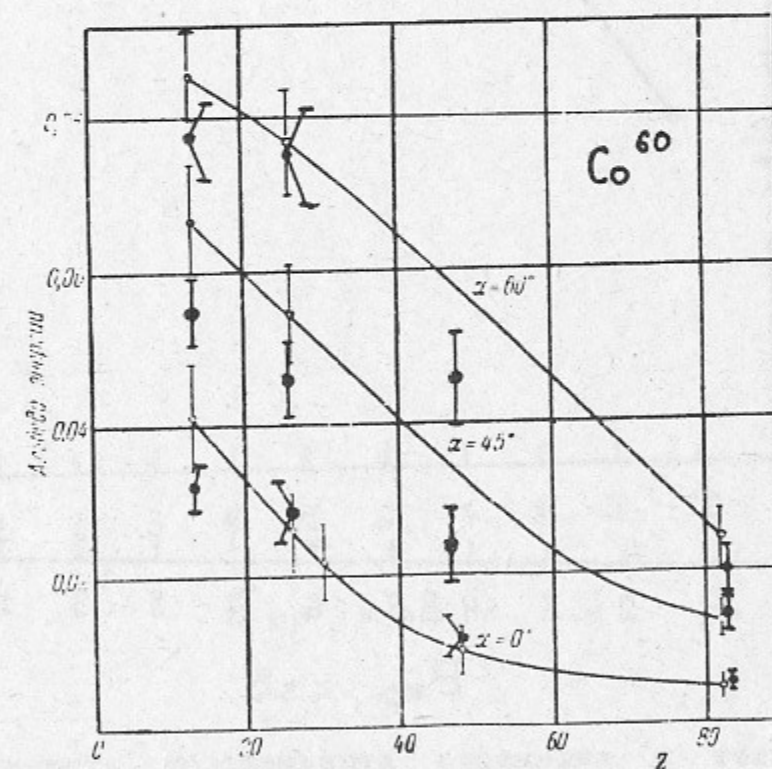
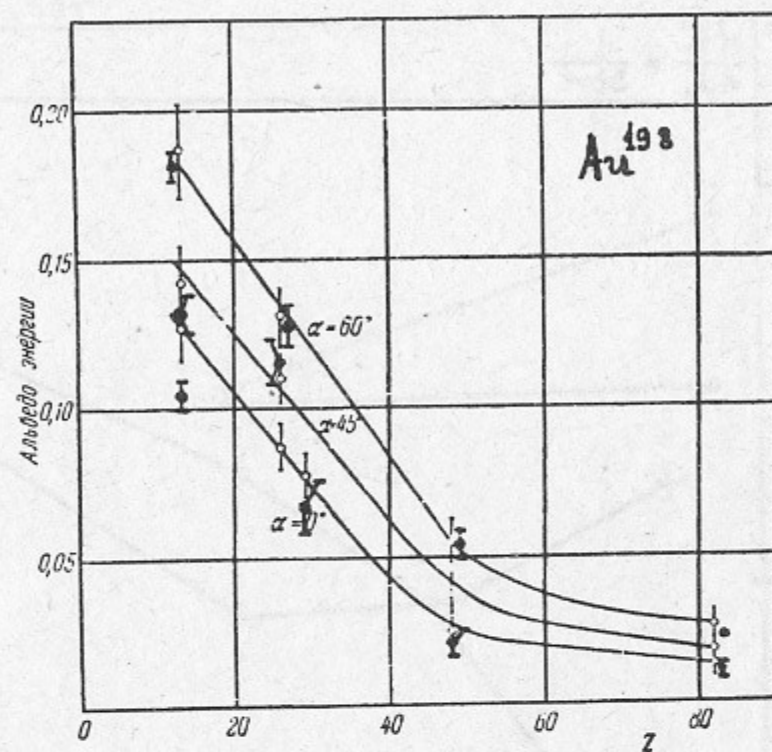


Рис. 11. Альbedo энергии для  $\text{Au}^{198}$  ( $E_0 = 410 \text{ кэВ}$ ) и  $\text{Co}^{60}$  ( $E_0 = 1250 \text{ кэВ}$ ) в зависимости от заряда ядра: — — теоретическая кривая, работа [3];  $\circ$  — измерения, работа [3];  $\bullet$  — расчёт программой EMSH.

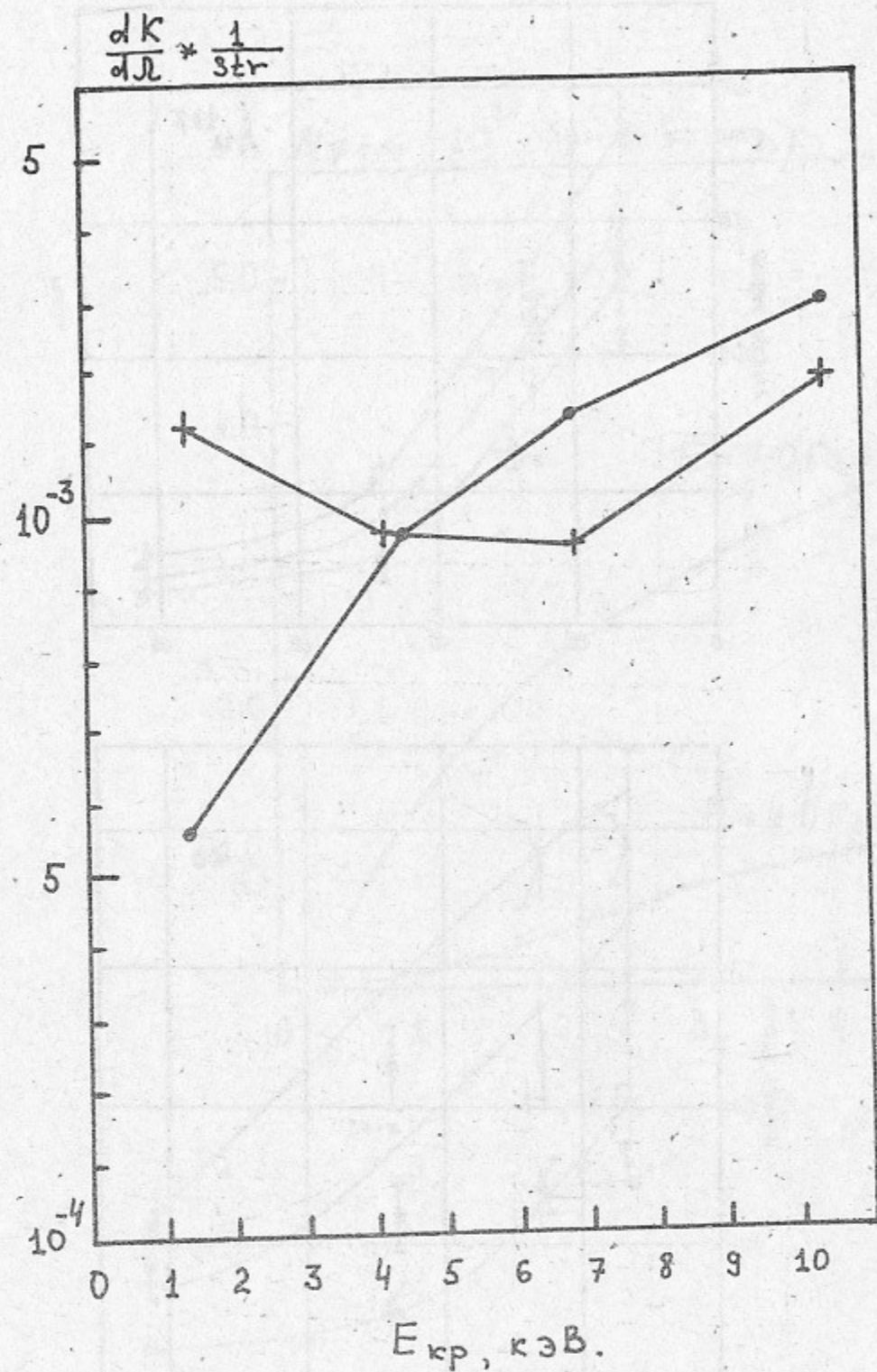


Рис. 12. Зависимость коэффициента отражения в телесный угол ( $\Omega = 2\pi$ ) после первого рассеяния от критической энергии СИ:  
 + - алюминий,  
 • - серебро.

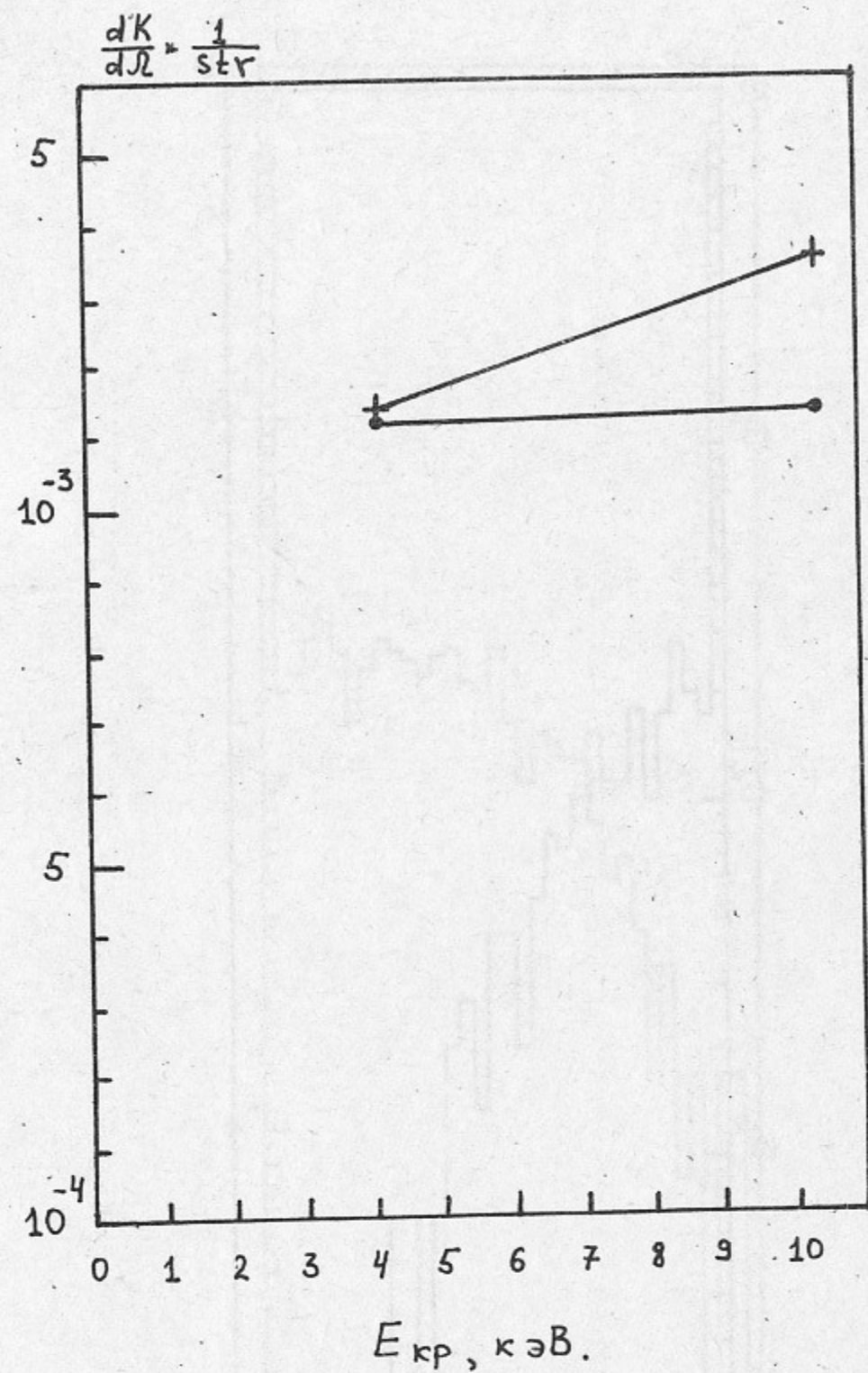


Рис. 13. Зависимость коэффициента отражения в телесный угол ( $\Omega = 2\pi$ ) после второго рассеяния от критической энергии СИ:  
 + - алюминий,  
 • - серебро.

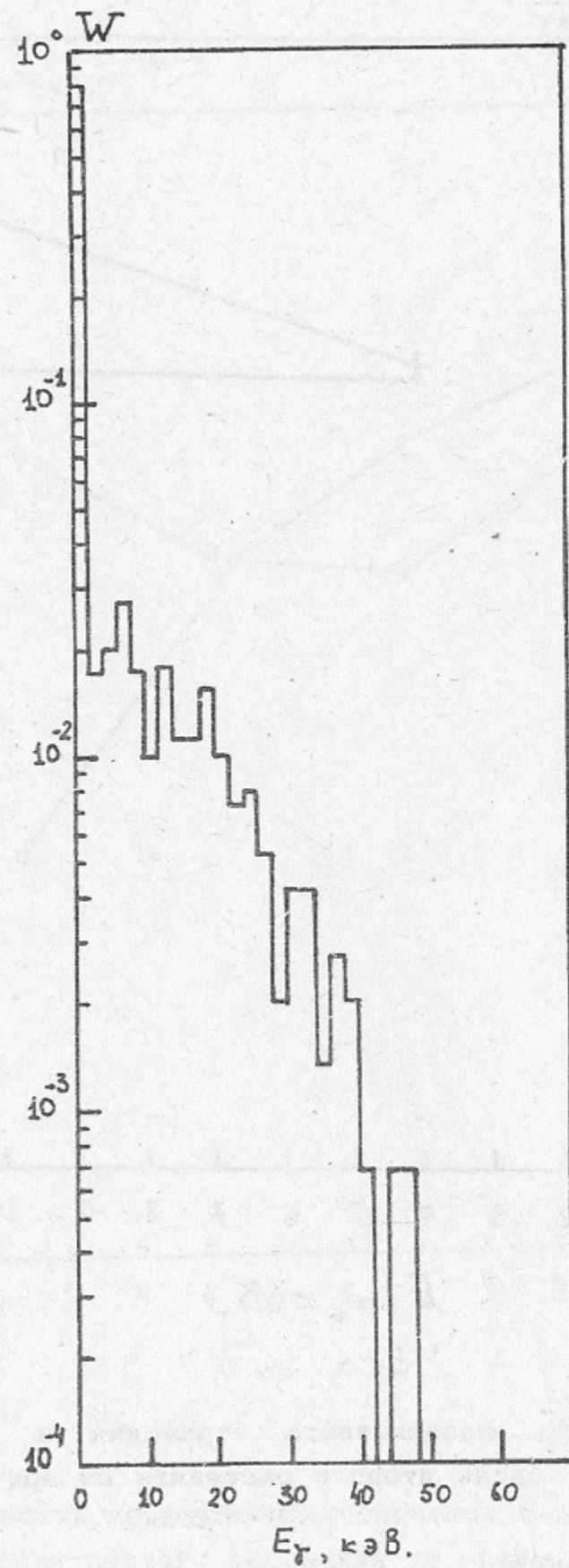


Рис. 14. Энергетический спектр фотонов после первого отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $N = 2.5$  кГс) от алюминия.

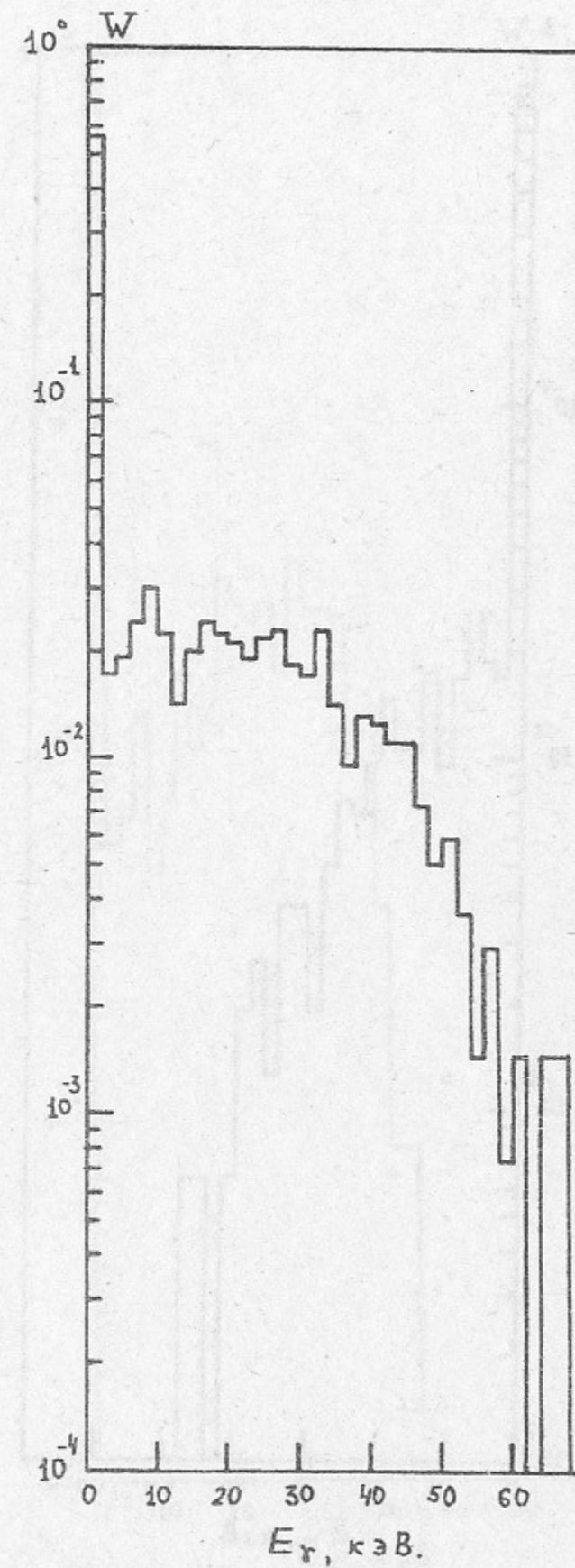


Рис. 15. Энергетический спектр фотонов после первого отражения СИ ( $E_0 = 8.0$  ГэВ,  $N = 2.5$  кГс) от алюминия.

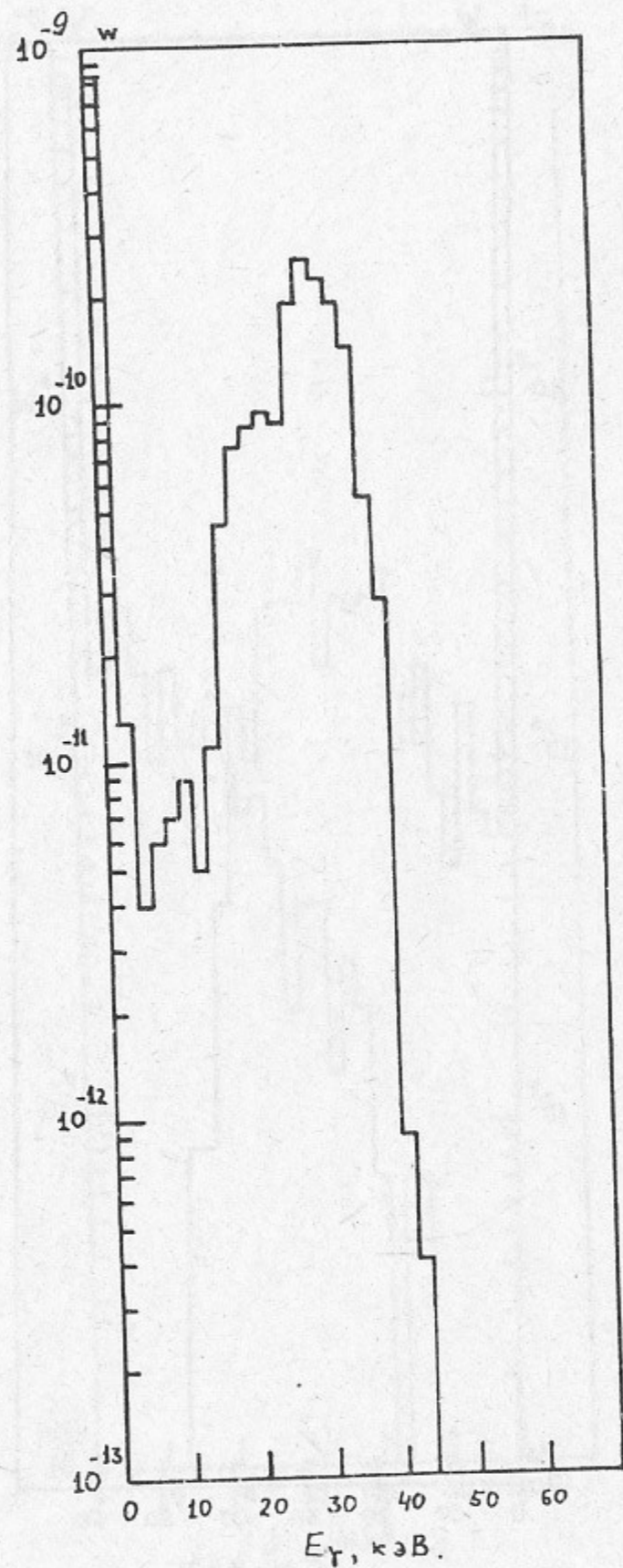


Рис. 18. Энергетический спектр фотонов после третьего отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс) от алюминия.

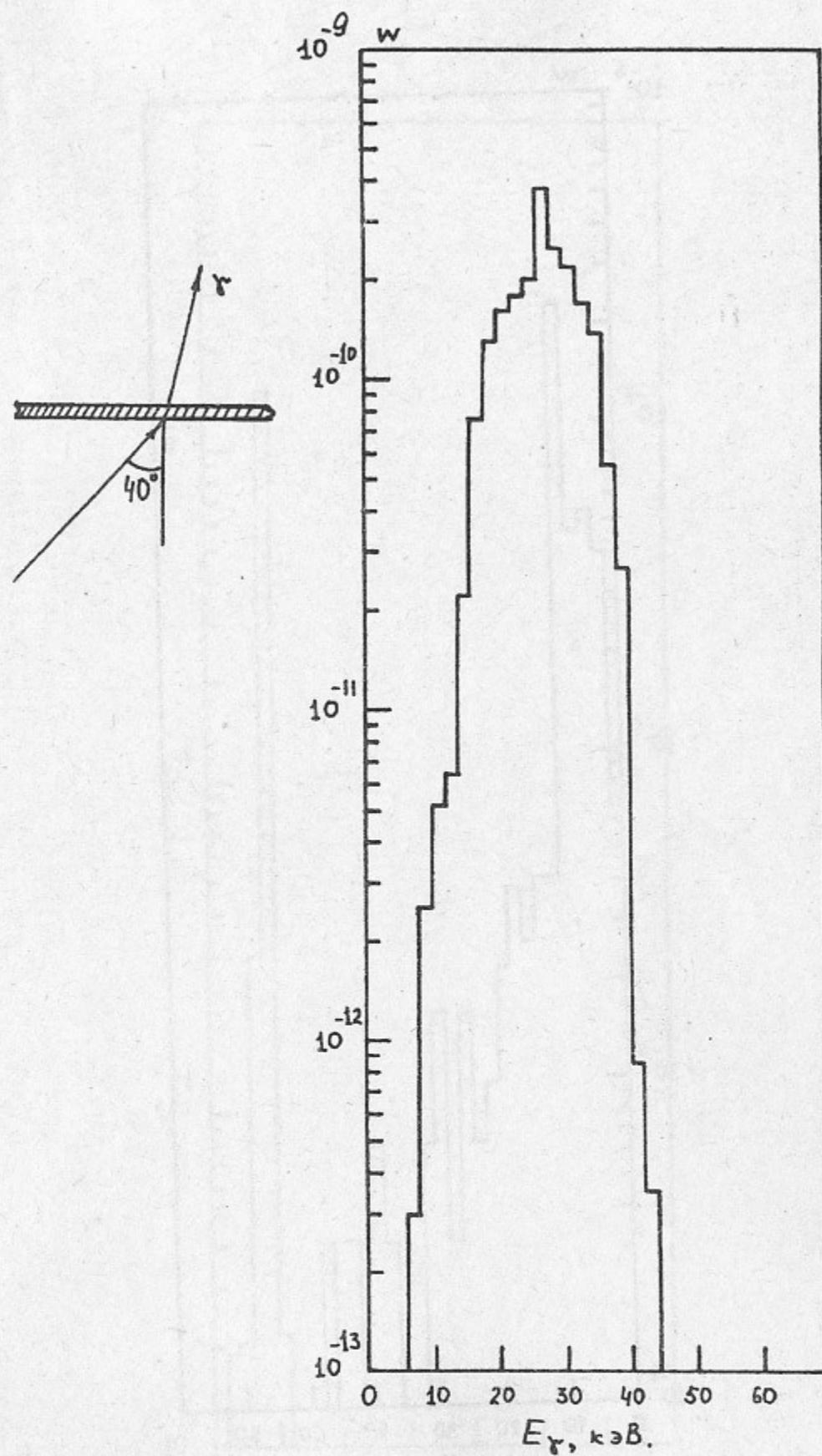


Рис. 19. Энергетический спектр фотонов после третьего отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс) от алюминия и прохождения вакуумной камеры (1 мм Ве + 0.15 мм Al).

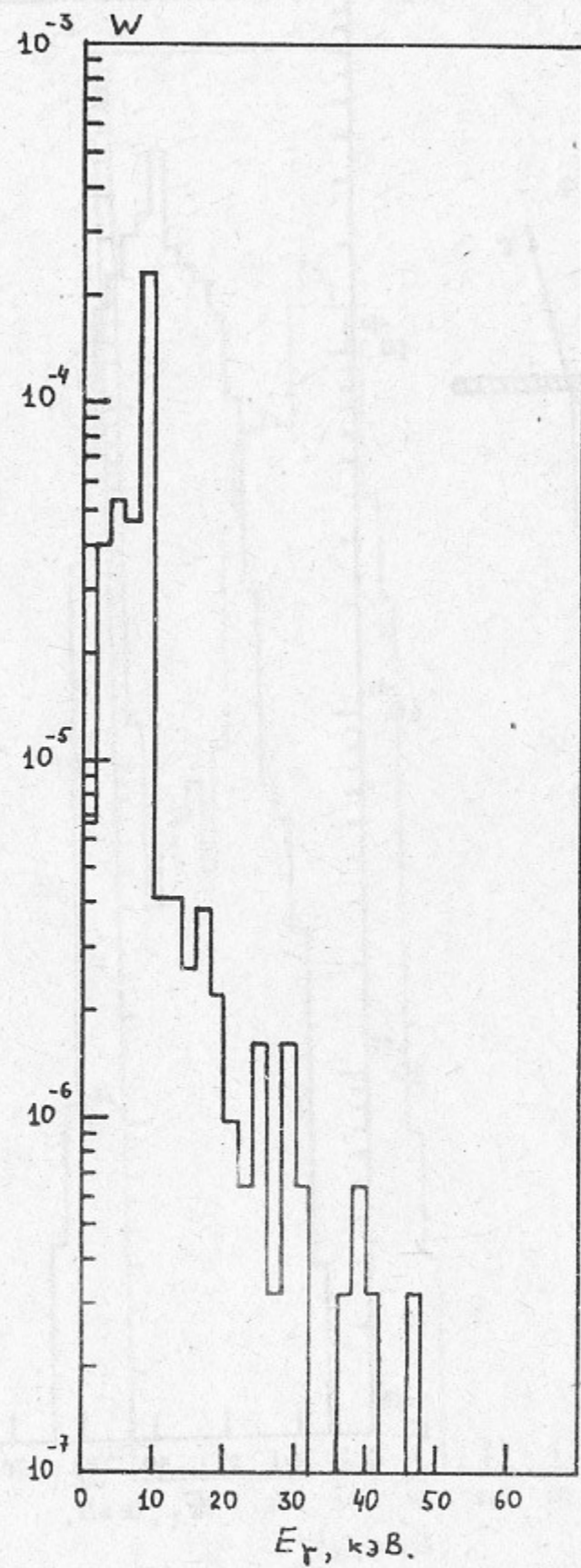


Рис. 20. Энергетический спектр фотонов после первого отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $n = 3.0$  кгс) от меди.

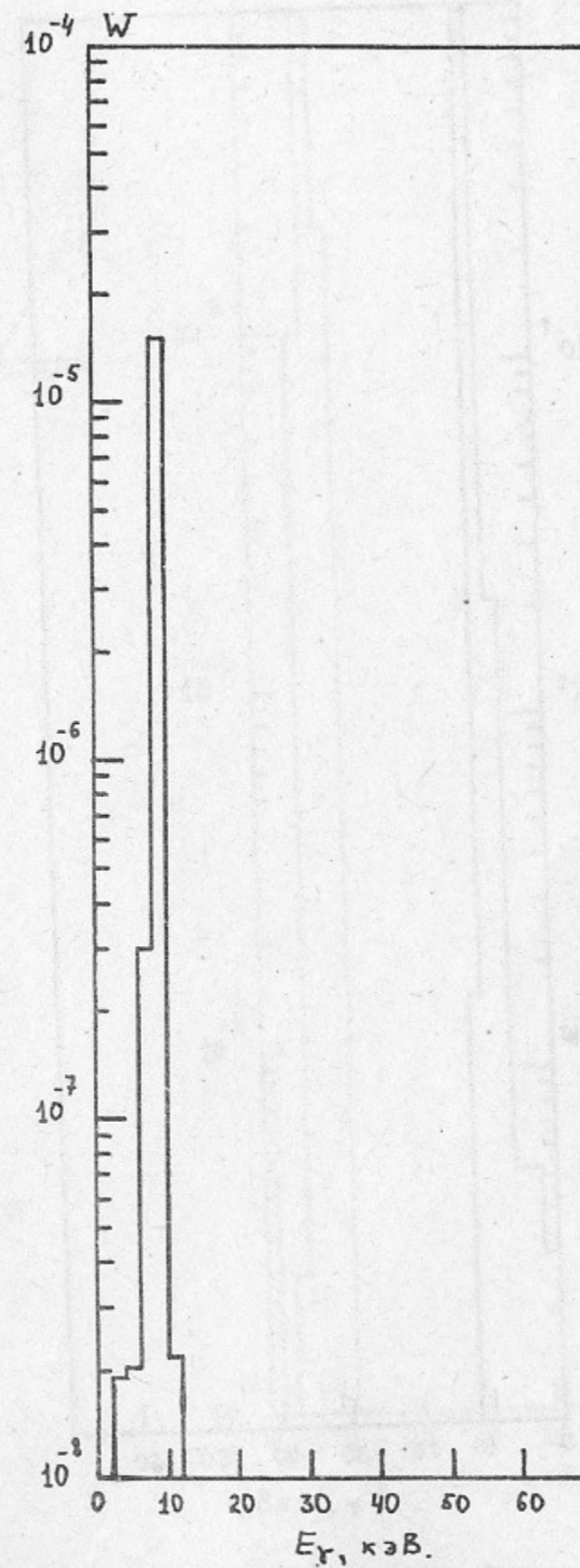


Рис. 21. Энергетический спектр фотонов после второго отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $n = 3.0$  кгс) от меди.

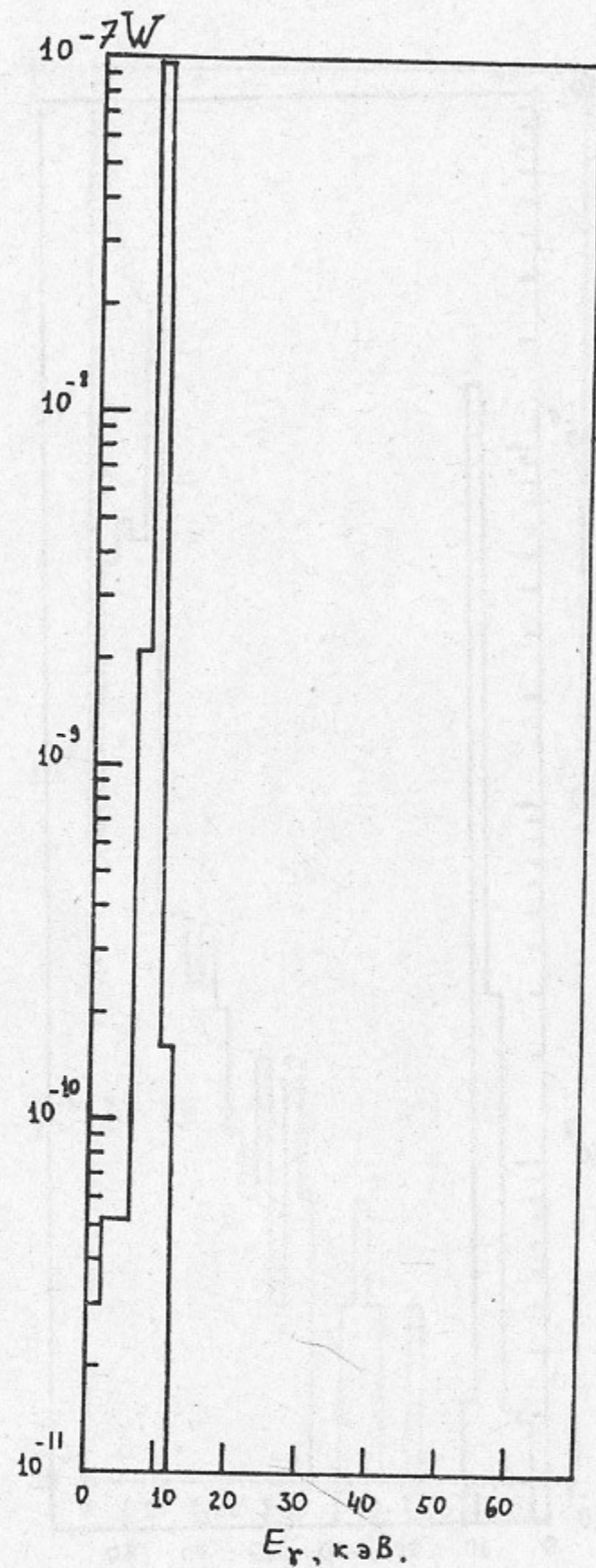


Рис. 22. Энергетический спектр фотонов после третьего отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс) от меди.

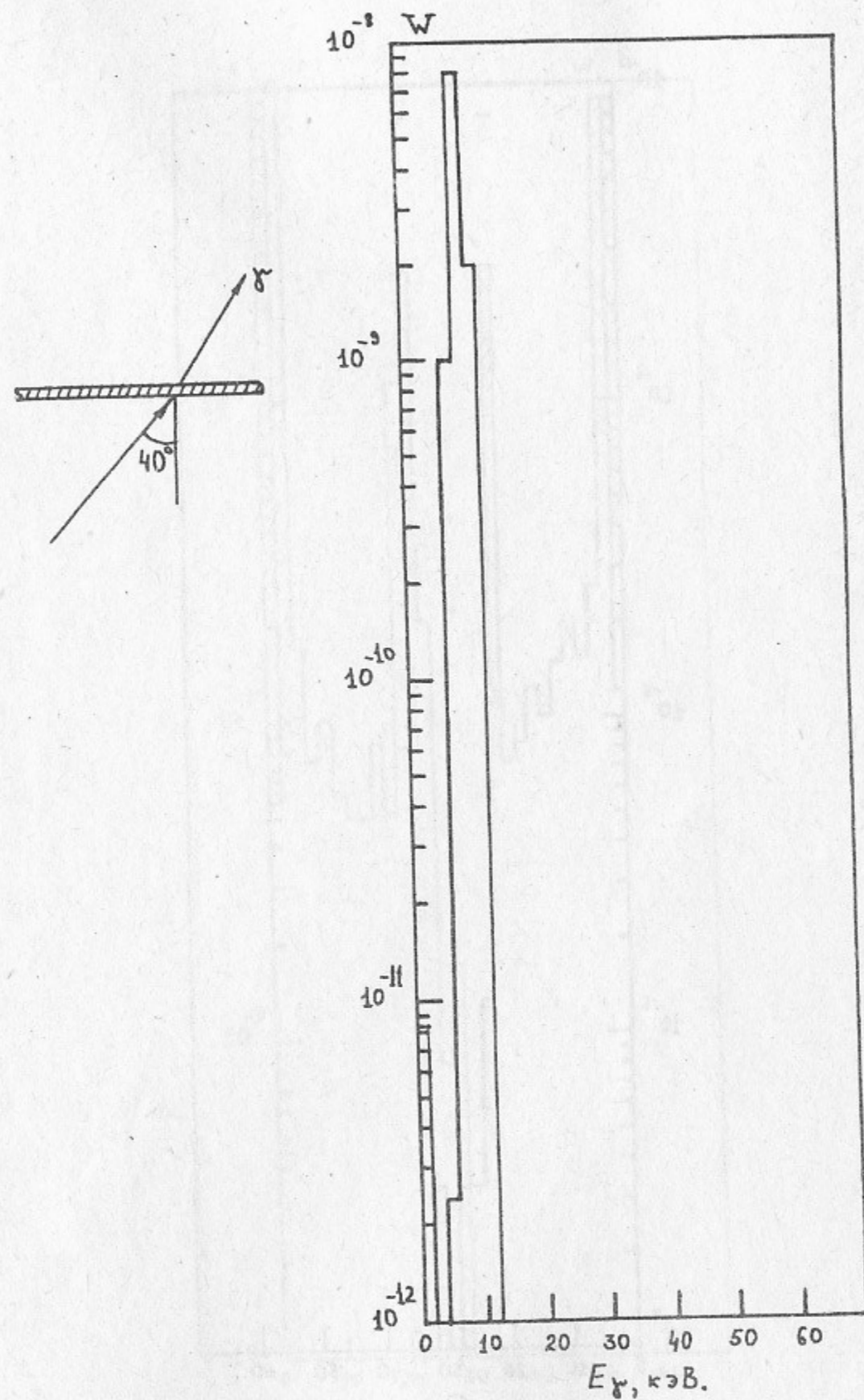


Рис. 23. Энергетический спектр фотонов после третьего отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс) от меди и прохождения вакуумной камеры (1 мм Ве + 0.15 мм Al).

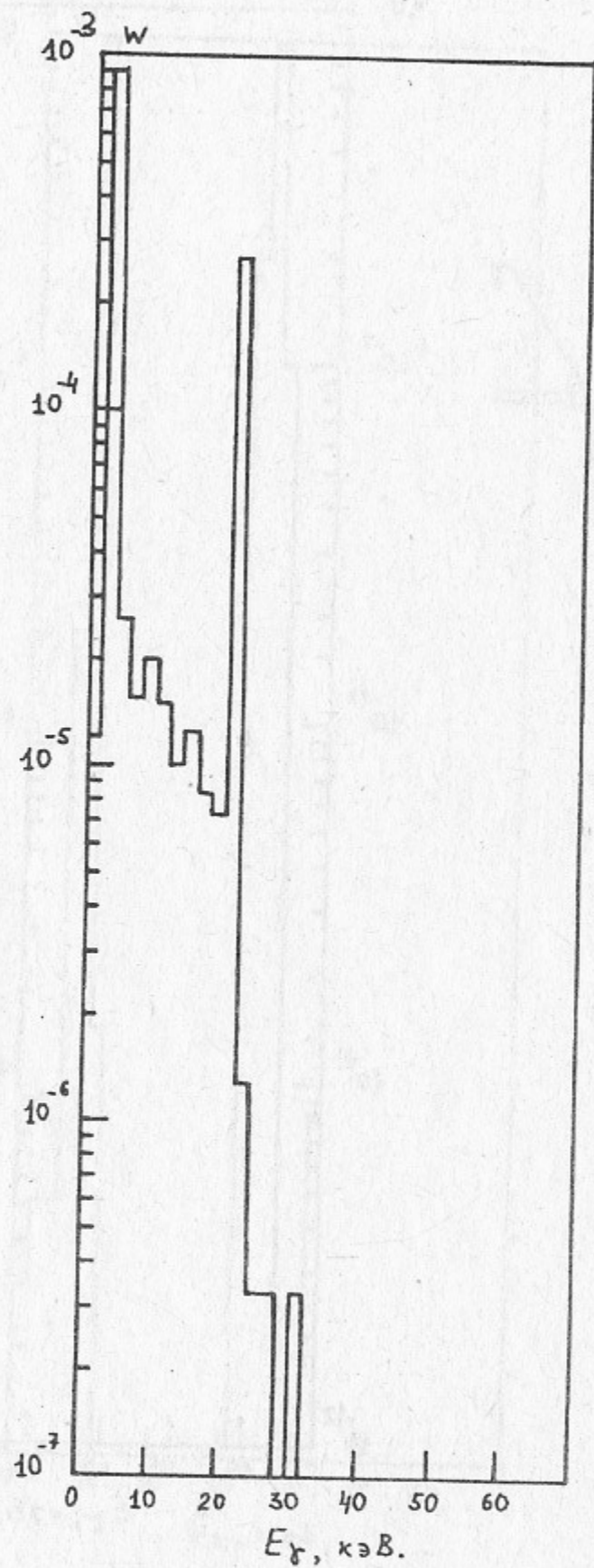


Рис. 24. Энергетический спектр фотонов после первого отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс) от серебра.

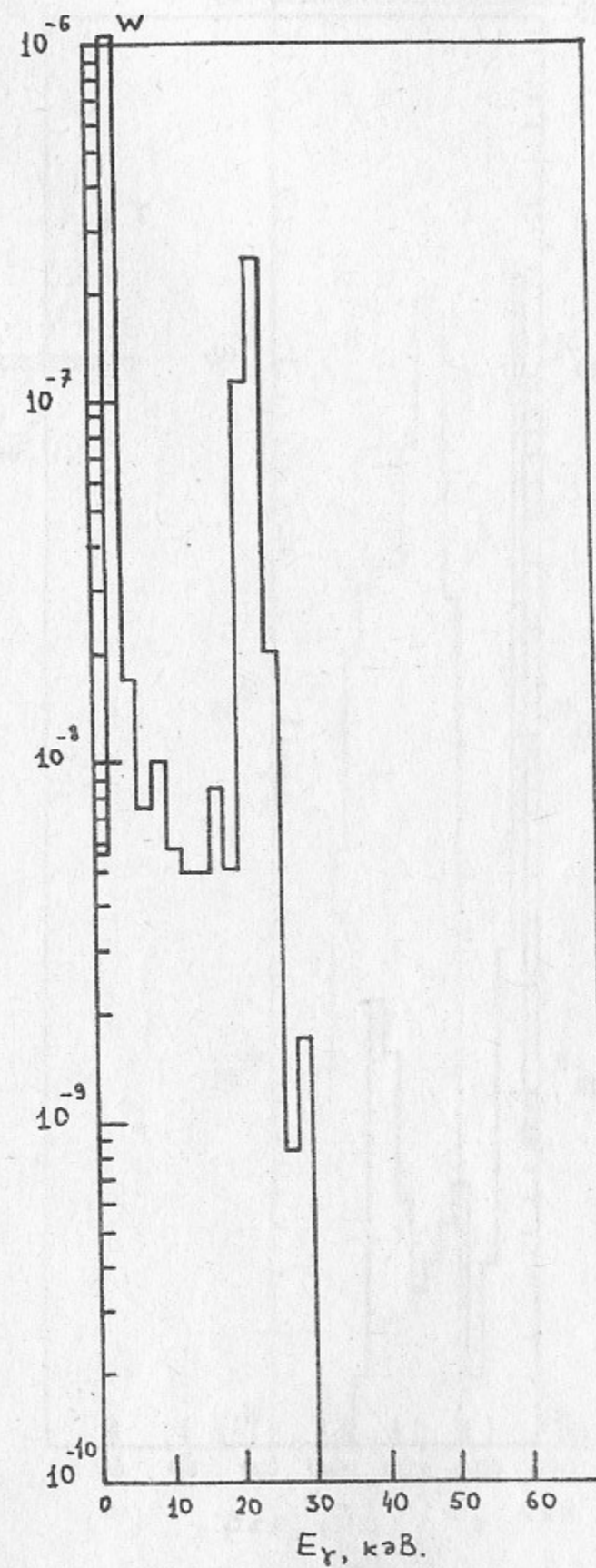


Рис. 25. Энергетический спектр фотонов после второго отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс) от серебра.



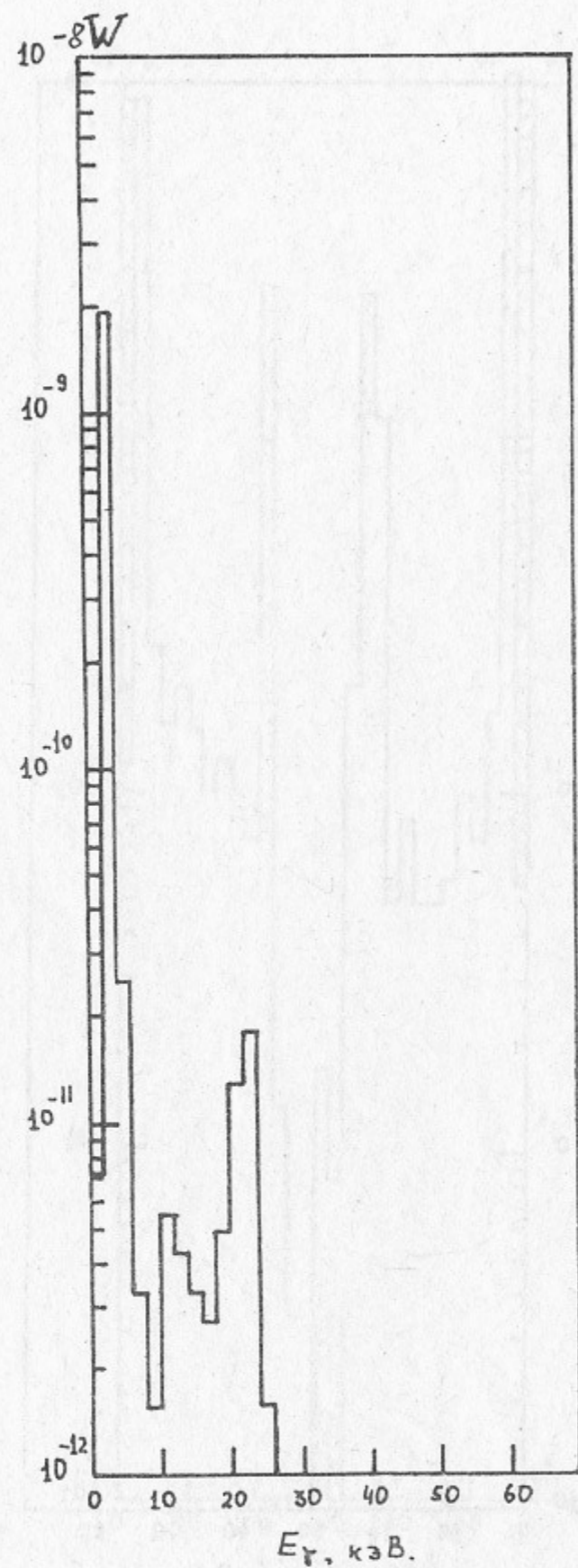


Рис. 26. Энергетический спектр фотонов после третьего отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс) от серебра.

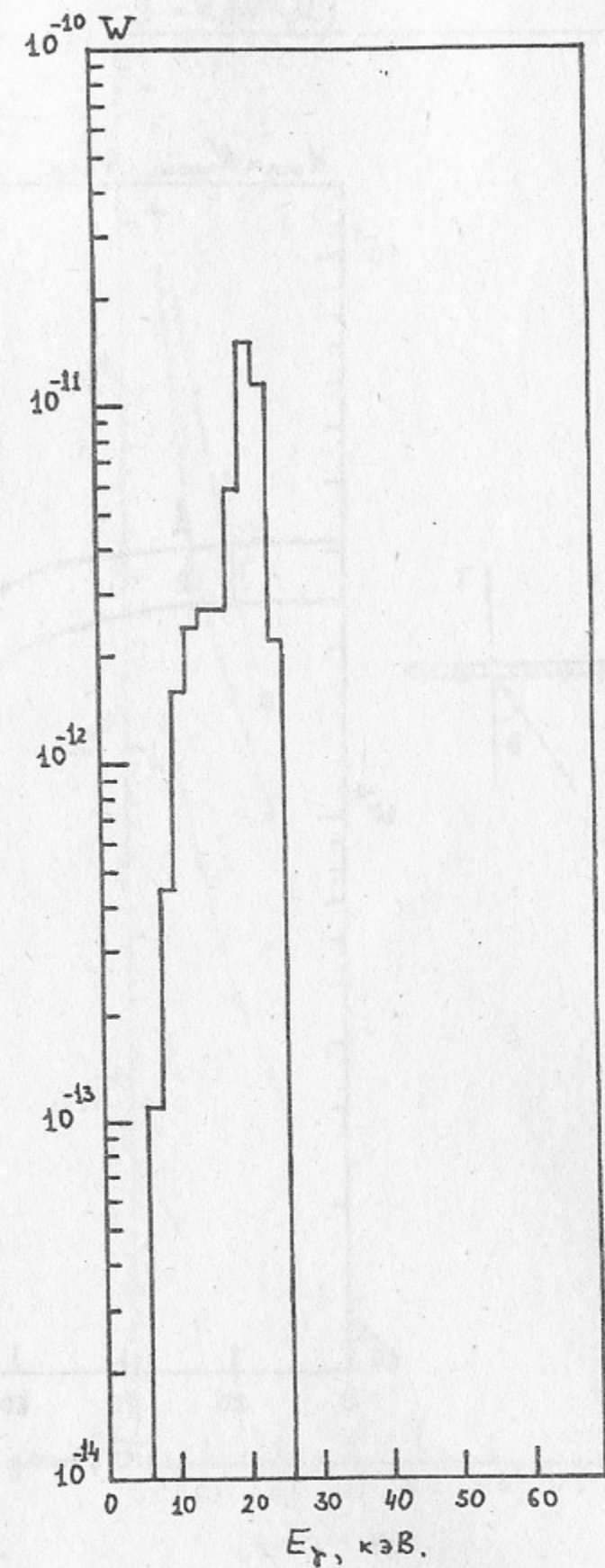
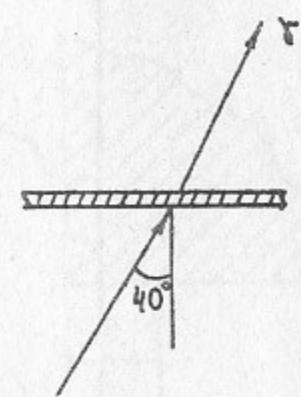


Рис. 27. Энергетический спектр фотонов после третьего отражения СИ ( $E_0 = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс) от серебра и прохождения вакуумной камеры (1 мм Ве + 0.15 мм Al).

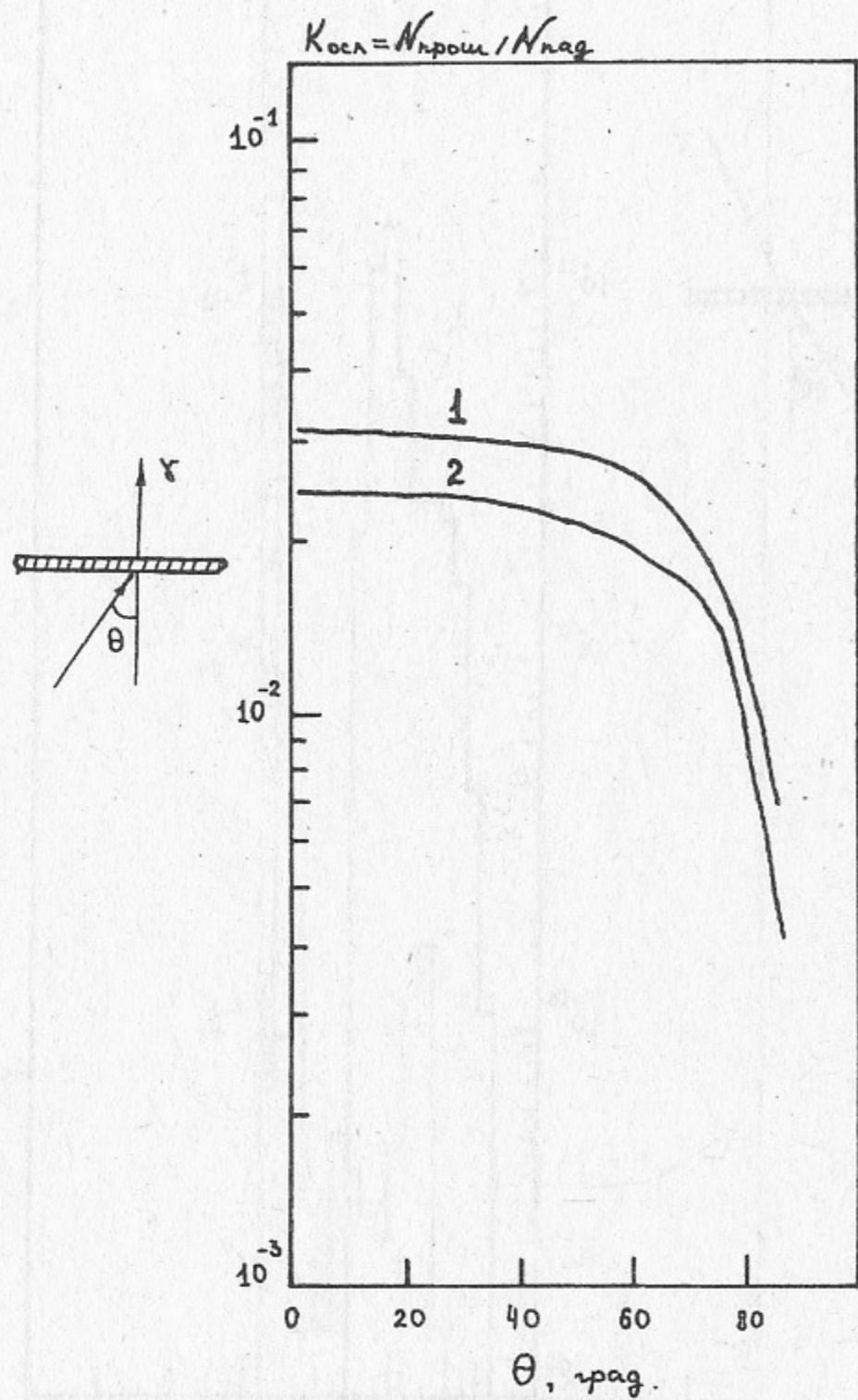


Рис. 28. Зависимость коэффициента ослабления вакуумной камеры (1 мм Ве + 0.15 мм Al) от угла падения СИ ( $E = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс), двух и трёхкратно отражённого от серебра.

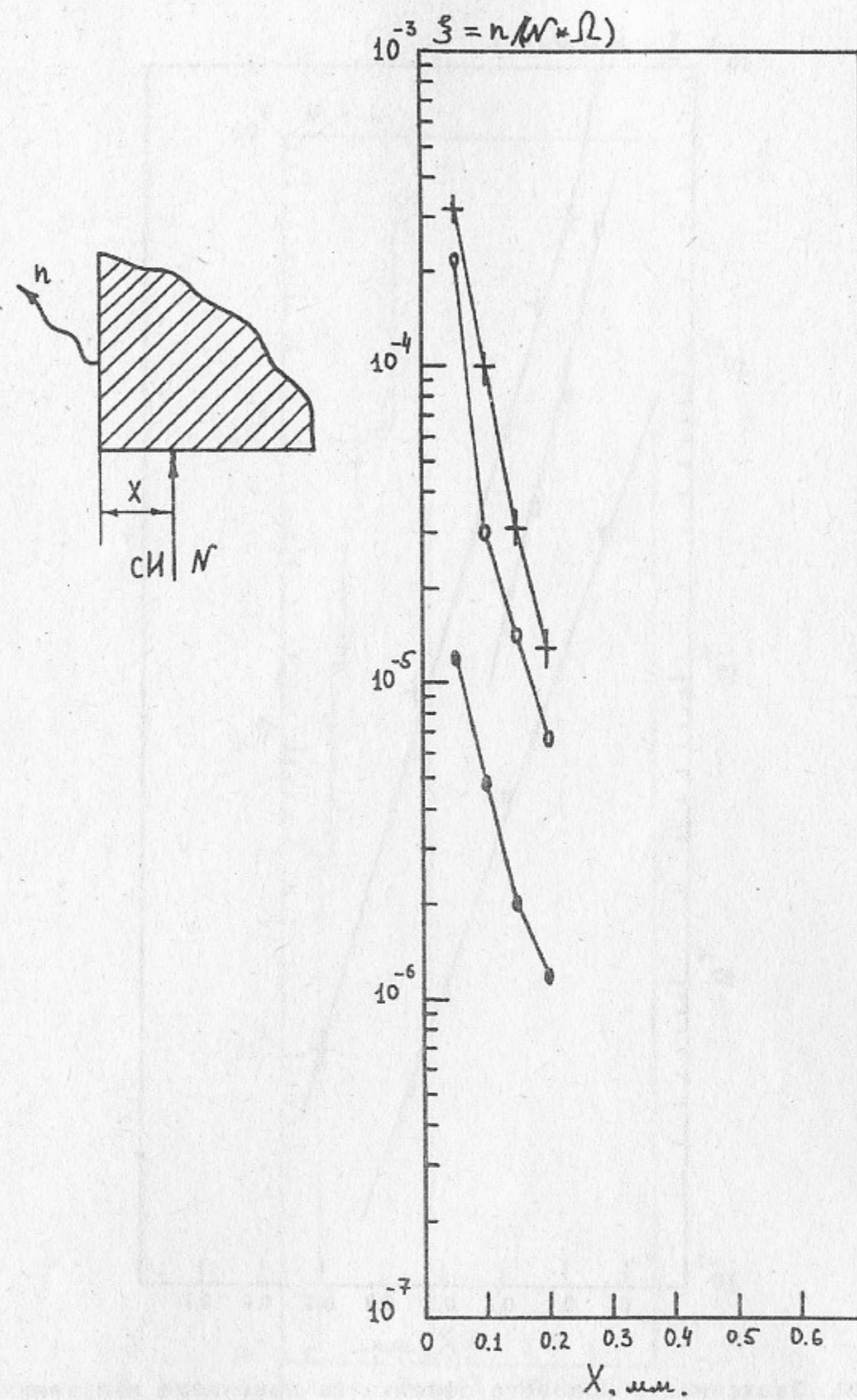


Рис. 29. Зависимость краевого эффекта на приёмнике синхротронного излучения ( $E = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс): + - медь, o - серебро, · - вольфрам.

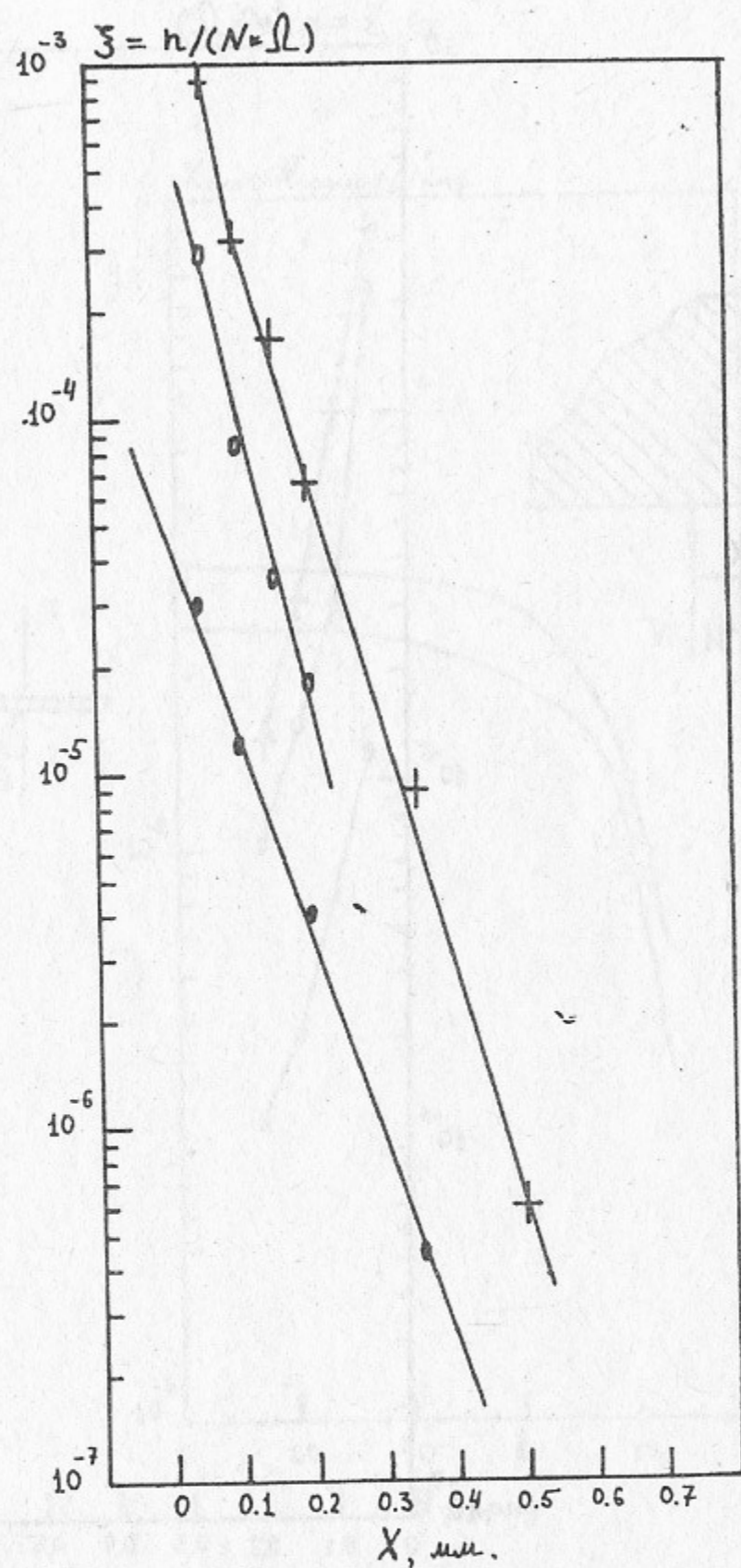


Рис. 30. Зависимость краевого эффекта на приёмнике излучения для серебра при различных критических энергиях СИ: + -  $E = 8.0$  ГэВ,  $H = 3.7$  кГс; o -  $E = 6.5$  ГэВ,  $H = 3.0$  кГс; . -  $E = 6.5$  ГэВ,  $H = 1.65$  кГс.

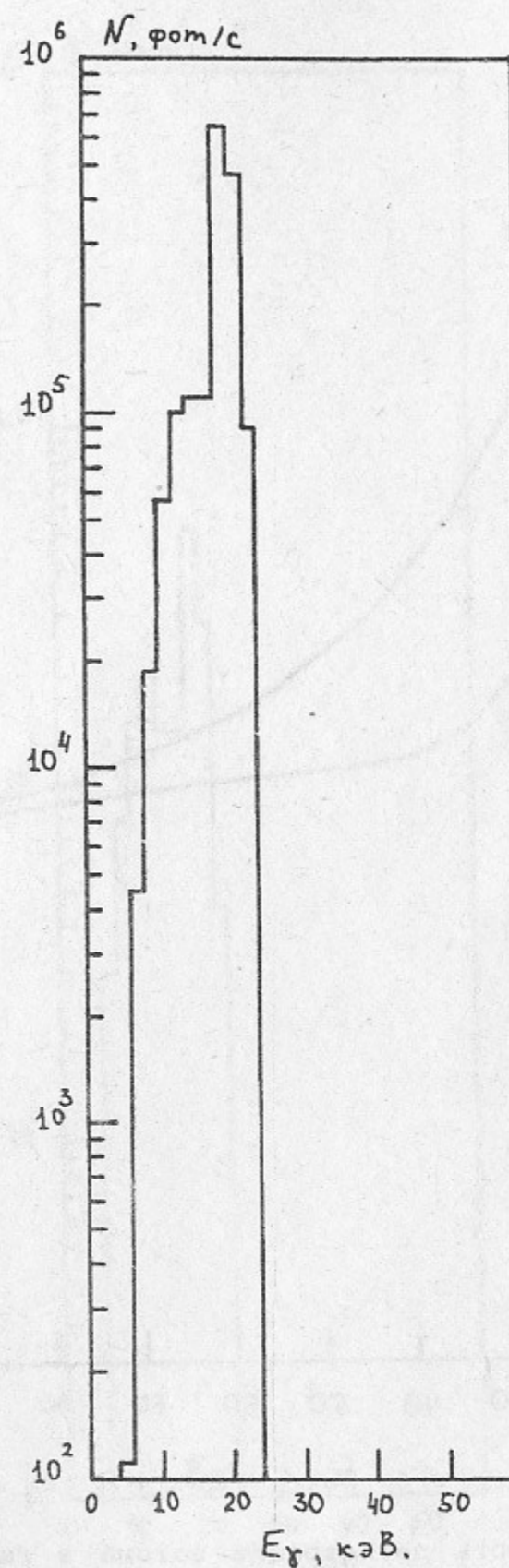


Рис. 31. Количество фотонов, прошедших вакуумную камеру, в зависимости от их энергии.

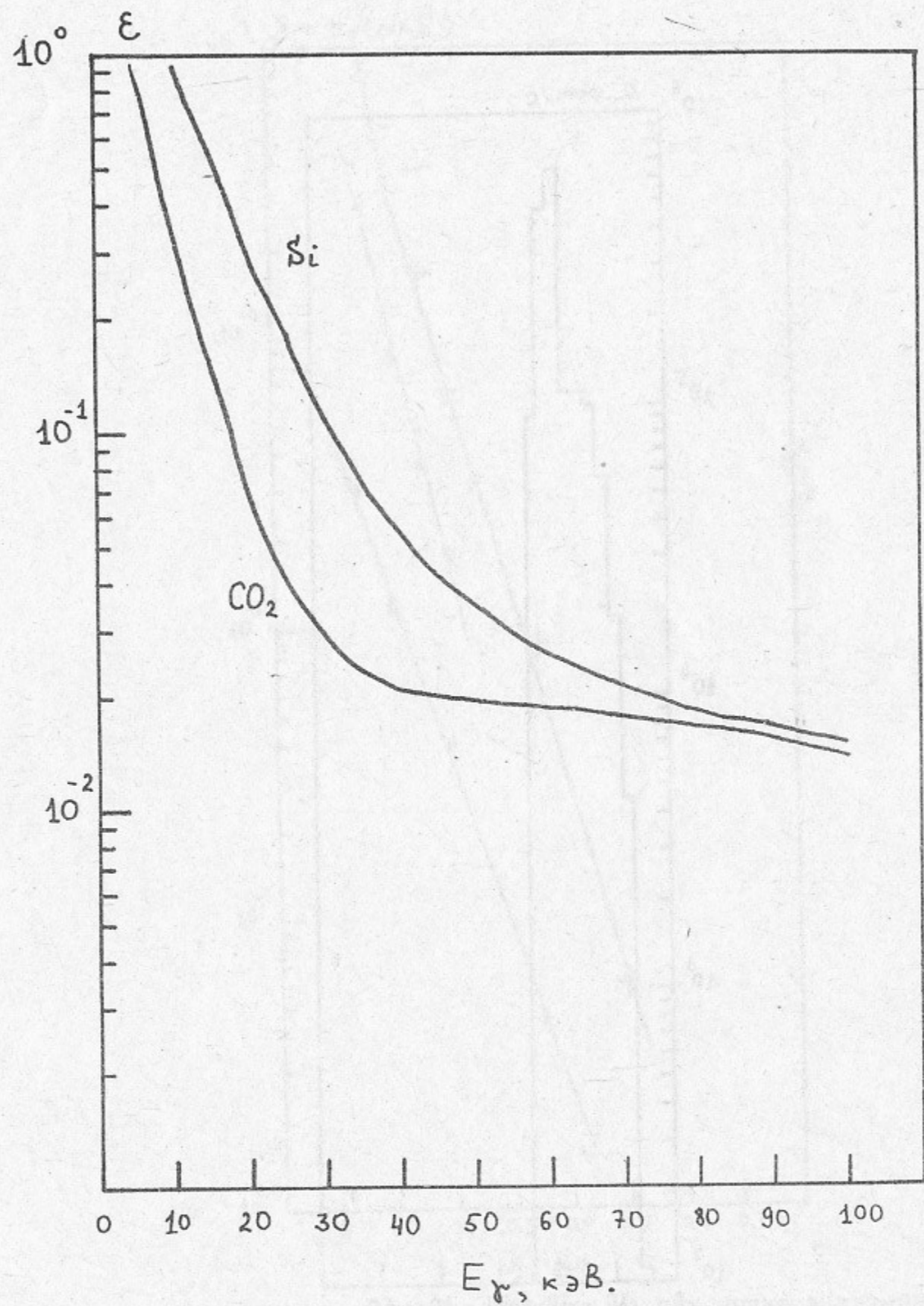


Рис. 32. Эффективность регистрации фотона в газовом (нижняя) и одном слое кремниевого вершинного детектора (верхняя кривая) в зависимости от энергии.

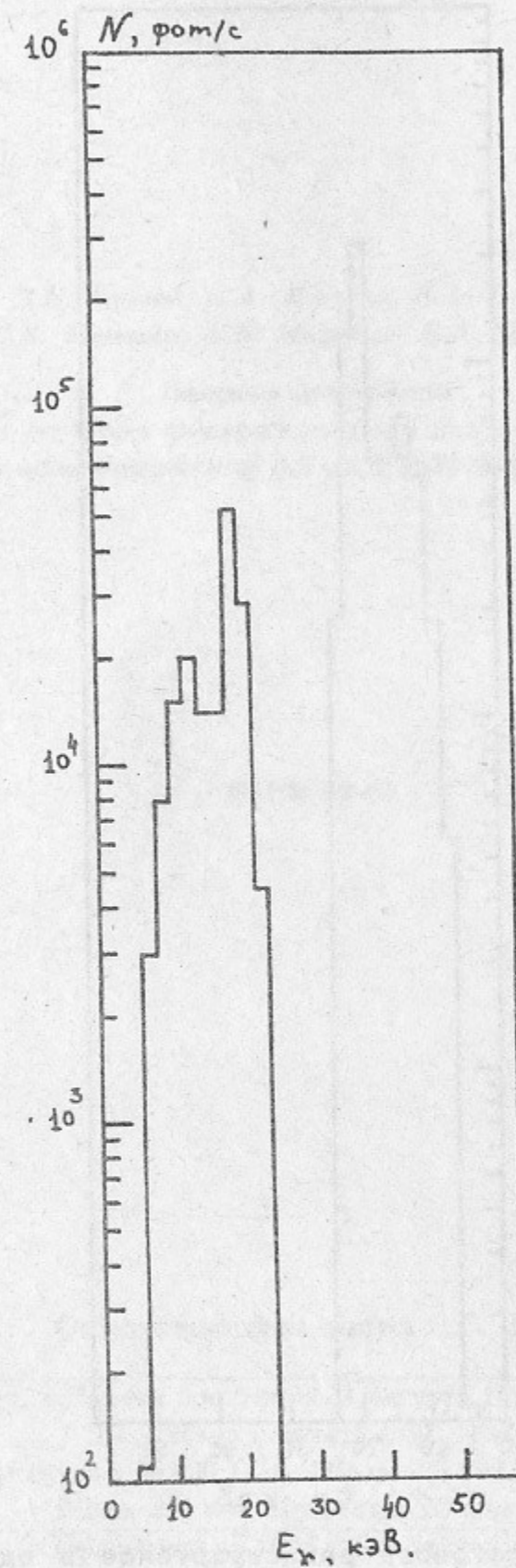


Рис. 33. Количество фотонов, регистрируемое в газовом вершинном детекторе, в зависимости от их энергии.

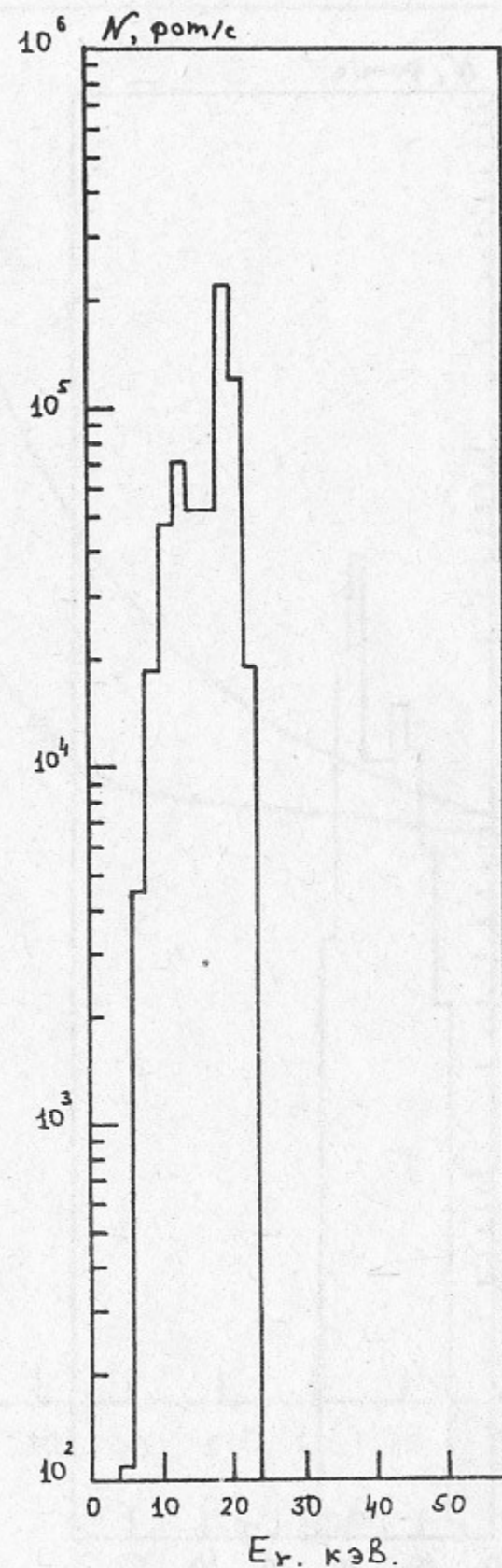


Рис. 34. Количество фотонов, регистрируемое в одном слое кремниевое детектора толщиной 0.35 мм, в зависимости от их энергии.

*В.Е. Блинов, А.А. Жоленц, В.А. Лебедев,  
С.И. Маньков, А.В. Матвеев, В.А. Таюрский*

**Защита детектора  
от фона синхротронного излучения  
в асимметричной 6,5×4,3 ГэВ В-фабрике**

ИЯФ 92-62

Ответственный за выпуск С.Г. Попов

Работа поступила 31 августа 1992 г.

Подписано в печать 1.09. 1992 г.

Формат бумаги 60×90 1/16. Объем 0,9 печ.л., 0,8 уч.-изд.л.

Тираж 250 экз. Бесплатно. Заказ N 62.

Обработано на IBM PC и отпечатано на  
ротапринте ИЯФ им. Г.И. Будкера СО РАН,  
Новосибирск, 630090, пр. академика Лаврентьева, 11.