

0 - 393

23/X-69

ОБЪЕДИНЕННЫЙ
ИНСТИТУТ
ЯДЕРНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ

Дубна.



P1 - 4659

З.Огрзевальский

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИЙ γ -КВАНТОВ
В КСЕНОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ
С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КАСКАДНЫХ КРИВЫХ

1969

P1 - 4659

З.Огрэвальский

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭНЕРГИЙ γ -КВАНТОВ
В КСЕНОНОВОЙ ПУЗЫРЬКОВОЙ КАМЕРЕ
С ПОМОЩЬЮ ИНТЕГРАЛЬНЫХ КАСКАДНЫХ КРИВЫХ

Направлено в ПТЭ

Объединенный институт
ядерных исследований
БНБ, Минск

8033/2 чр

Огрэвальский З.

P1-4659

Определение энергии γ -квантов в ксеноновой пузырьковой камере с помощью интегральных каскадных кривых

В работе дан способ определения энергии γ -квантов, удобный при автоматизированном процессе обработки снимков с пузырьковых камер, наполненных тяжелыми жидкостями.

**Препринт Объединенного института ядерных исследований.
Дубна, 1969**

Ogrzewalski Z.

P1-4659

Determination of the γ -Quantum Energy in a Xenon Bubble Chamber by Means of the Integral Cascade Curves

A method is suggested for determination of the γ -quanta energy which is suitable by automatic processing of pictures from the very heavy liquid bubble chambers.

**Preprint. Joint Institute for Nuclear Research.
Dubna, 1969**

В ряде опубликованных работ^{/1-3/} описаны результаты разработки метода определения энергии γ -квантов в ксеноновой пузырьковой камере. Используя зависимость между полным средним пробегом электронов и позитронов в ливне $\Sigma \bar{R}$ от энергии создавшего ливень γ -кванта E_γ , можно определить E_γ с точностью, достигающей 12% в диапазоне энергий от 20 Мэв до 3 Гэв^{/3/}. При более высоких энергиях - от 3 до 10 Гэв - E_γ определяется из результатов зависимости между энергией первичного γ -кванта и числом электронов и позитронов в максимуме созданного им ливня N_{\max} . Достижимая точность составляет тогда $\frac{\Delta E_\gamma}{E_\gamma} = (20 + 30)\%^{/4/}$.

Настоящая работа посвящена анализу и другим возможностям определения E_γ , при использовании зависимости от энергии первичного γ -кванта таких величин, как $\Sigma \bar{N}$ или $\Sigma \bar{X}$.

$$\begin{aligned}
 \Sigma \bar{N} &= \bar{N}(E_\gamma, E, \Delta t) + \bar{N}(E_\gamma, E, 2\Delta t) + \dots \\
 &+ \dots + \bar{N}(E_\gamma, E, d - \Delta t) + \bar{N}(E_\gamma, E, d), \\
 \Sigma \bar{X} &= \bar{X}(E_\gamma, E, \Delta t) + \bar{X}(E_\gamma, E, 2\Delta t) + \dots \\
 &+ \dots + \bar{X}(E_\gamma, E, d - \Delta t) + \bar{X}(E_\gamma, E, d),
 \end{aligned}
 \tag{1}$$

где

$$\bar{N}(E_\gamma, E, t) = \int_0^{E_\gamma} \bar{n}(E_\gamma, E', t) dE',$$

$$\bar{X}(E_\gamma, E, t) = \int_0^{E_\gamma} \bar{x}(E_\gamma, E', t) dE'.$$

$\bar{N}(E_\gamma, E, t)$ - среднее число электронов и позитронов с энергиями, большими E в ливне, созданном γ -квантом с энергией E_γ ;

$\bar{X}(E_\gamma, E, t)$ - среднее расстояние траекторий электронов и позитронов с энергиями, большими E в ливне, созданном γ -квантом с энергией E_γ ; Δt - длина интервалов, на которые разделяются все длины развития ливня d . За начало отсчёта t принята точка конверсии γ -кванта. Исследования велись с целью выработки такого способа измерения энергии γ -квантов в камере, который был бы удобным при автоматизированном процессе измерения E_γ .

При уменьшении длины интервалов Δt до нуля, $\Sigma \bar{N}$ будет стремиться к $\Sigma \bar{R}$. Таким образом, зависимость $\Sigma \bar{N} = f(E_\gamma)$ может быть использована для определения E_γ , так как была использована зависимость $\Sigma \bar{R} = f(E_\gamma)^{1-3/}$. С возможностью использования $\Sigma \bar{X}$ дело немного сложнее, и сразу не видно какой-либо правильной зависимости между $\Sigma \bar{X}$ и E_γ .

Ниже будут описаны результаты измерений, проведенных с целью обнаружения зависимостей $E_\gamma = f(\Sigma \bar{N})$ и $E_\gamma = f(\Sigma \bar{X})$.

1. Экспериментальное определение зависимостей

$$E_\gamma = f(\Sigma \bar{N}) \quad \text{и} \quad E_\gamma = f(\Sigma \bar{X})$$

С целью построения семейств кривых $E_\gamma = f(\Sigma \bar{N})$ и $E_\gamma = f(\Sigma \bar{X})$ были исследованы зависимости $\Sigma \bar{N}$ и $\Sigma \bar{X}$ от глубины развития ливня t при заданных значениях энергии E_γ . Эти зависимости

для $E_\gamma = 20 \pm 3$; 40 ± 6 ; 80 ± 12 ; 150 ± 22 ; 300 ± 45 ; 1000 ± 150 ; 1500 ± 225 и 2000 ± 300 Мэв, приведены на рис. 1-8. Кривые $E_\gamma = f(\Sigma \bar{N}, t)$ показаны на рис. 9, а кривые $E_\gamma = f(\Sigma \bar{X}, t)$ - на рис. 10. Кривые $E_\gamma = f(\Sigma \bar{R}, t)$ даны на рис. 11.

Наиболее наглядно разрешающую способность по энергиям можно представить, если кривые на рис. 9-11 нарисовать в масштабе $\sqrt{\Sigma \bar{N}}$, $\sqrt{\Sigma \bar{X}}$ и $\sqrt{\Sigma \bar{R}}$. На рис. 12 и 13 даны зависимости $E_\gamma = f(\sqrt{\Sigma \bar{N}}, t)$ и $E_\gamma = f(\sqrt{\Sigma \bar{X}}, t)$. Сплошными линиями на рис. 12 обозначены районы достигаемых точностей в определении E_γ .

При увеличении густоты отрезков, пересекающих ось ливня при подсчёте \bar{N} , определение $\Sigma \bar{N}$ эквивалентно определению $\Sigma \bar{R}$ (рис. 14). Уже при числе линий $n = 40$, на t_0 -единицу ($\Delta t = 1$ мм), $\Sigma \bar{N}$ лежит очень близко к $\Sigma \bar{R}$.

2. Дисперсия величин $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$

Дисперсии величин, $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X} - \sigma_R$, σ_N , σ_X приведены в таблице 1 для разных значений энергий E_γ .

3. Определение E_γ по данным $\Sigma \bar{R}(t)$, $\Sigma \bar{N}(t)$, $\Sigma \bar{X}(t)$

Процедура определения энергии E_γ по данным $\Sigma \bar{R}(t)$, $\Sigma \bar{N}(t)$, $\Sigma \bar{X}(t)$ проста.

Для семейства соответствующих кривых находится точка $(\Sigma \bar{R}, t)$, $(\Sigma \bar{N}, t)$ или $(\Sigma \bar{X}, t)$. Найденная точка лежит на кривой, однозначно определенной значением E_γ , которое и надо найти.

Процесс определения E_y идентичен тому, который использовался раньше /2/.

Автор считает своим приятным долгом поблагодарить З.С.Стругальского за предложение темы исследований и ценные дискуссии, а также Е.Богдановича за обсуждение разных проблем, связанных с работой, И.Попову - за помощь в проведении измерений.

Л и т е р а т у р а

1. З.С.Стругальский. Материалы совещания по методике пузырьковых камер. Препринт ОИЯИ, 796, Дубна, 1961; Л.П.Коновалова, Л.С.Охрименко, З.С.Стругальский. Препринт ОИЯИ, Р-700, Дубна, 1961; ПТЭ №6 (1961).
2. O.Czyzewski, J.Danysz, Z.S.Strugalski. Acta Physica Polonica, 21, 509 (1963), Препринт ОИЯИ, Р-1144, Дубна, 1962.
3. И.А.Ивановская, Т.Канарек, Л.С.Охрименко, Б.Словинский, З.С.Стругальский, И.В.Чувилло, З.Яблонский. Препринт ОИЯИ, Р1-3317, Дубна, 1967; ПТЭ 2, 39 (1968).
4. Б.Ничипорук, З.Стругальский. Препринт ОИЯИ 1989, Дубна, 1965.

Рукопись поступила в издательский отдел
13 августа 1969 года.

Таблица 1

N	E _y (МэВ)	Σ R̄				Σ N̄				Σ X̄		
		Σ R (мм)	σ _R (мм)	$\frac{\sigma_R}{\bar{R}}$ (%)	n	Σ N̄	σ _N	$\frac{\sigma_N}{\bar{N}}$ (%)	n	Σ X̄ (мм)	σ _X (мм)	$\frac{\sigma_X}{\bar{X}}$ (%)
1	20±3	35,45	4,4	12,3	8	1,75	0,32	18,5	8	1,07	0,55	51,5
2	40±6	69,6	6,5	9,3	8	3,05	0,55	18,0	8	2,62	1,78	67,7
3	80±12	127,7	28	21,9	4	6,1	1,8	29,5	4	8,23	6,0	72,9
4	150±22	237,3	47	19,8	4	10,6	2,8	26,9	4	15,30	8,5	55,5
5	300±45	383,5	86	22,4	4	18,1	3,7	20,5	4	23,69	13	54,9
6	1000±150	1855	400	21,6	2	68,4	10	14,6	2	79,52	23	28,9
7	1500±225	2578	400	15,5	2	99,4	10	10,1	2	99,92	23	23,0
8	2000±300	3205	380	11,9	2	120,3	15	12,5	2	121,61	22	18,1

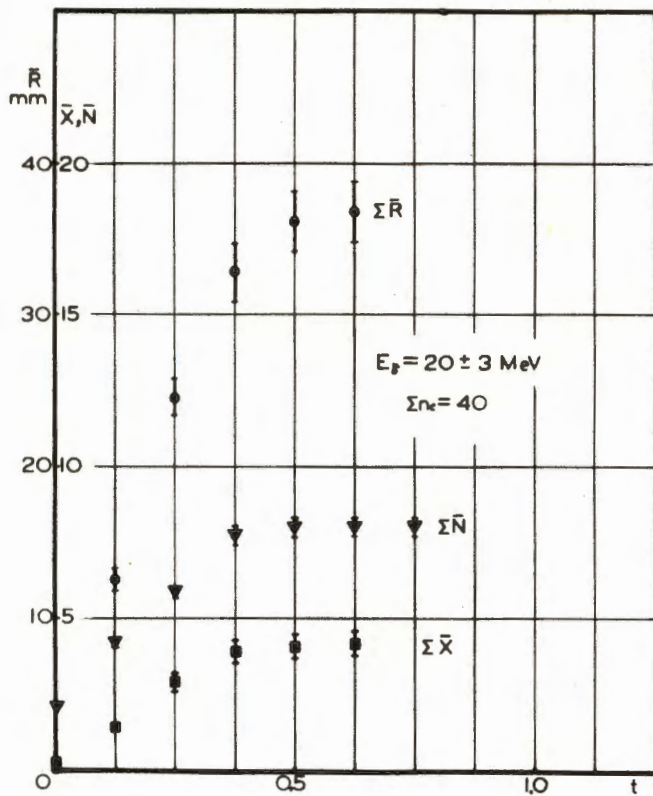


Рис. 1. Зависимость $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$ от t при $E_\gamma = 20 \pm 3 \text{ МэВ}$.

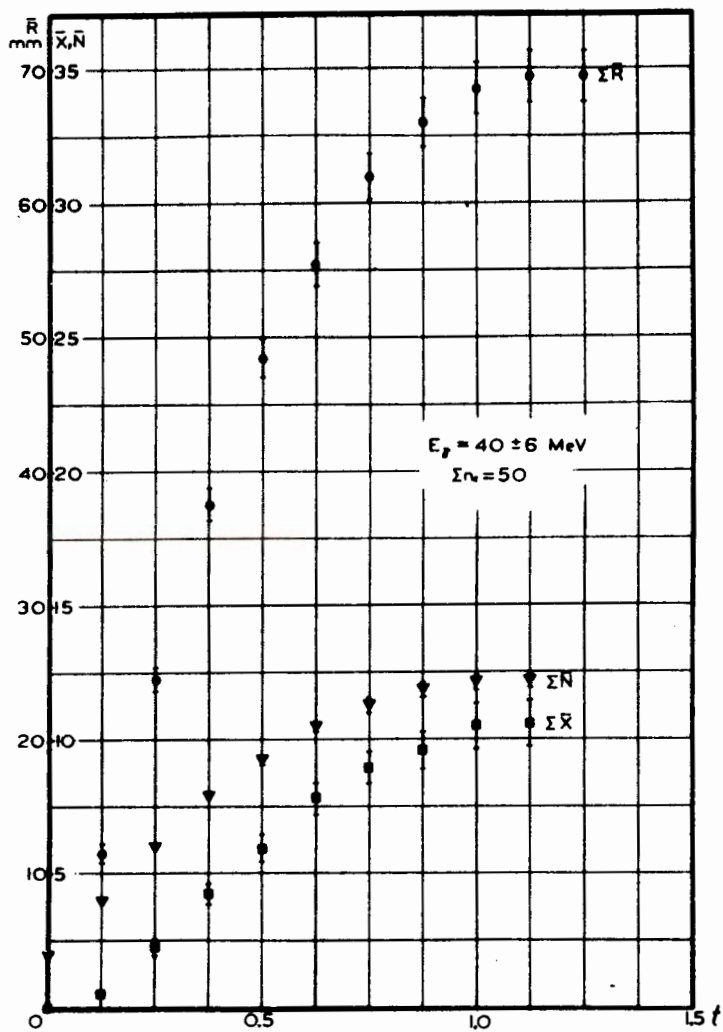


Рис. 2. Зависимость $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$ от t при $E_\gamma = 40 \pm 6$ МэВ.

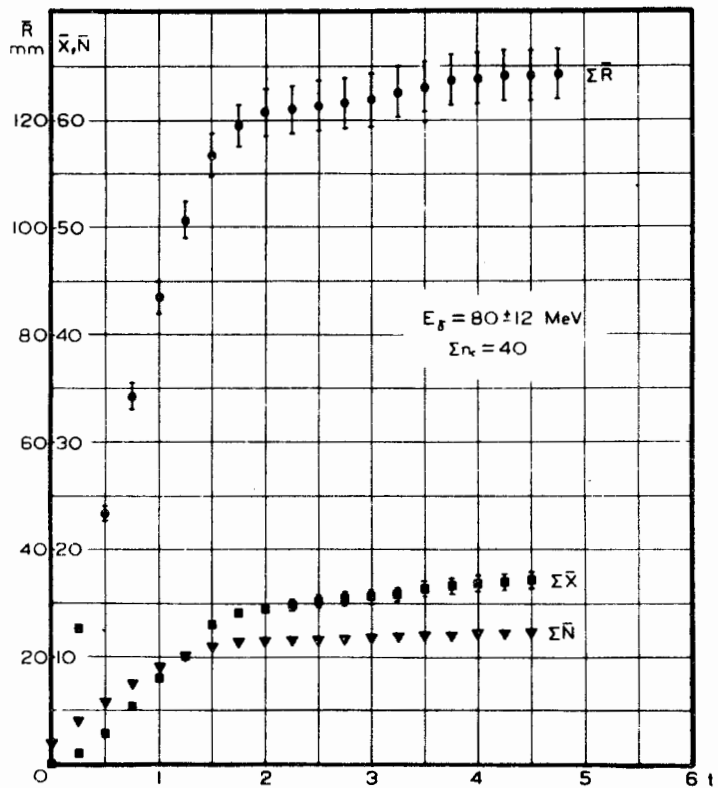


Рис. 3. Зависимость $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$ от t при $E_\gamma = 80 \pm 12$ МэВ.

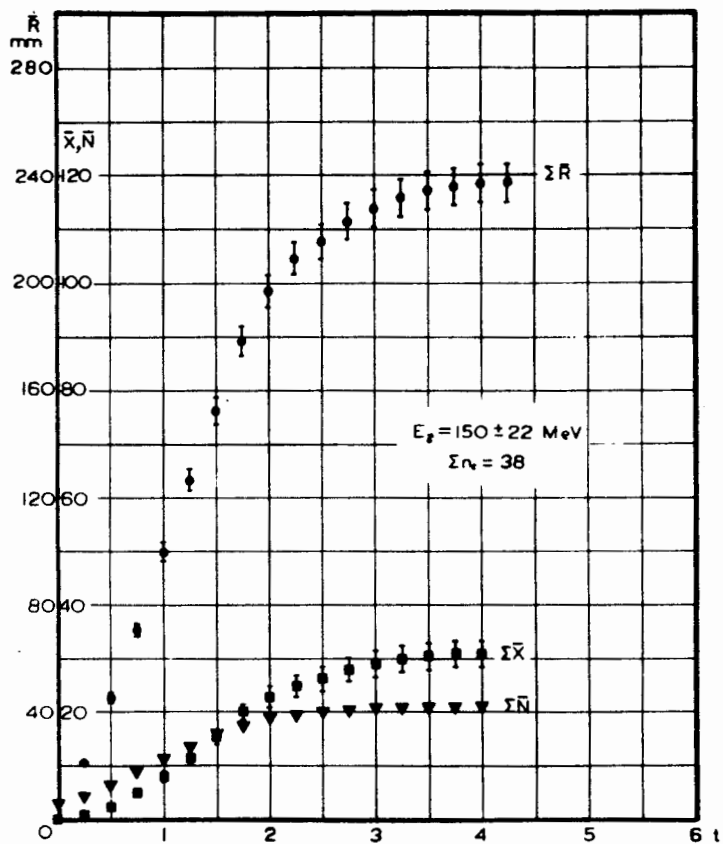


Рис. 4. Зависимость $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$ от t при $E_\gamma = 150 \pm 22$ МэВ.

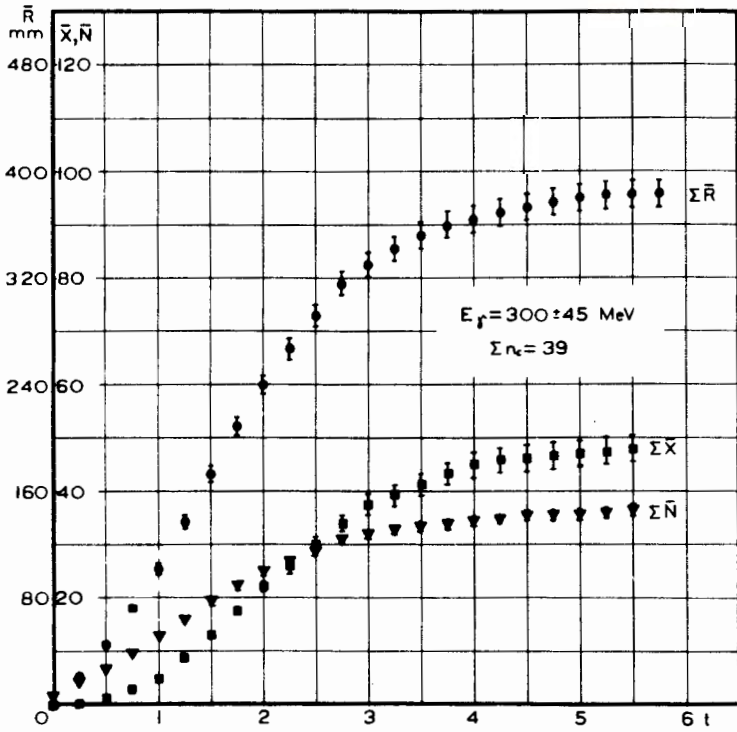


Рис. 5. Зависимость $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$ от t при $E_\gamma = 300 \pm 45$ Мэв.

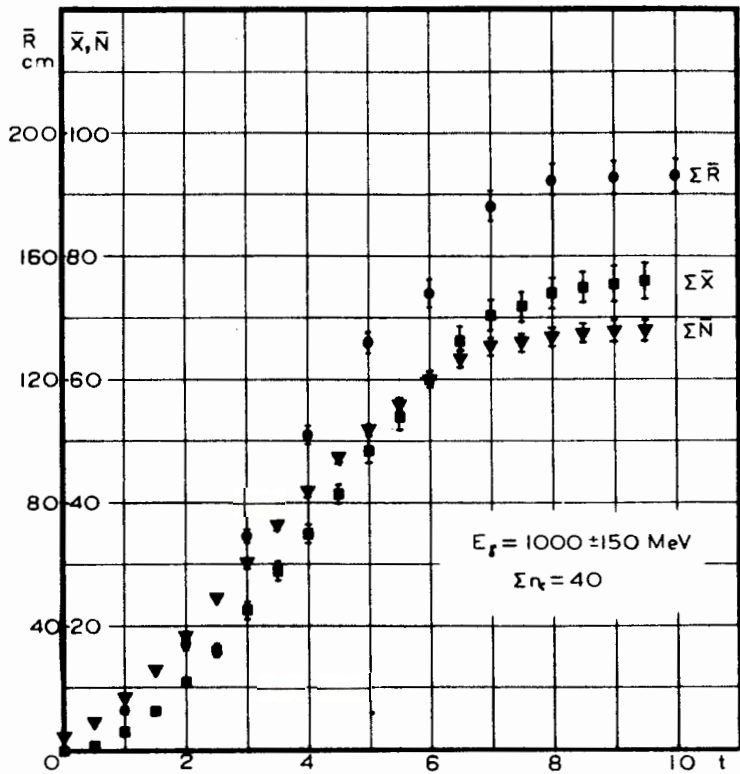


Рис. 6. Зависимость $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$ от t при $E_\gamma = 1000 \pm 150$ МэВ.

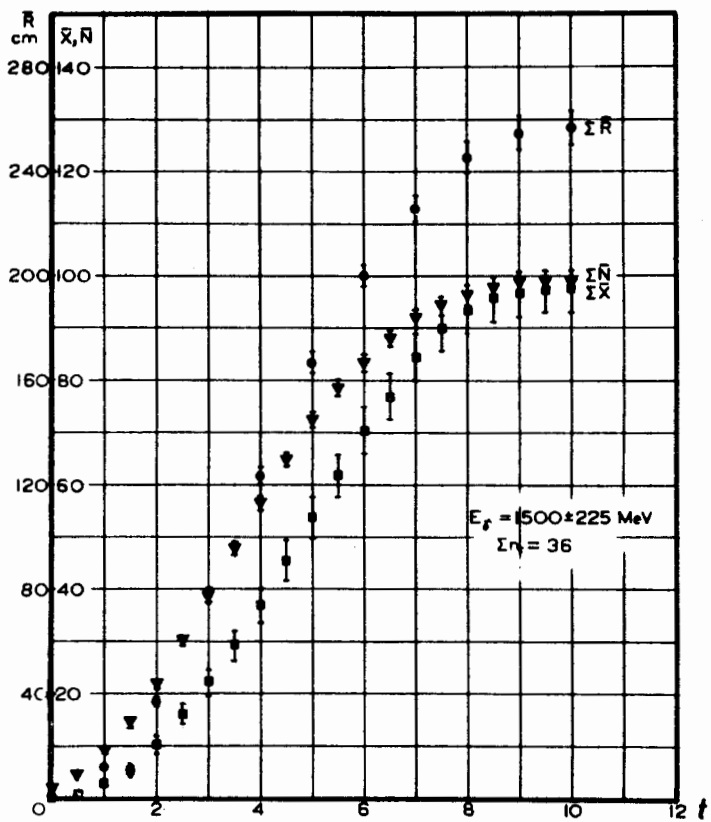


Рис. 7. Зависимость $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$ от t при $E_\gamma = 1500 \pm 225 \text{ МэВ}$.

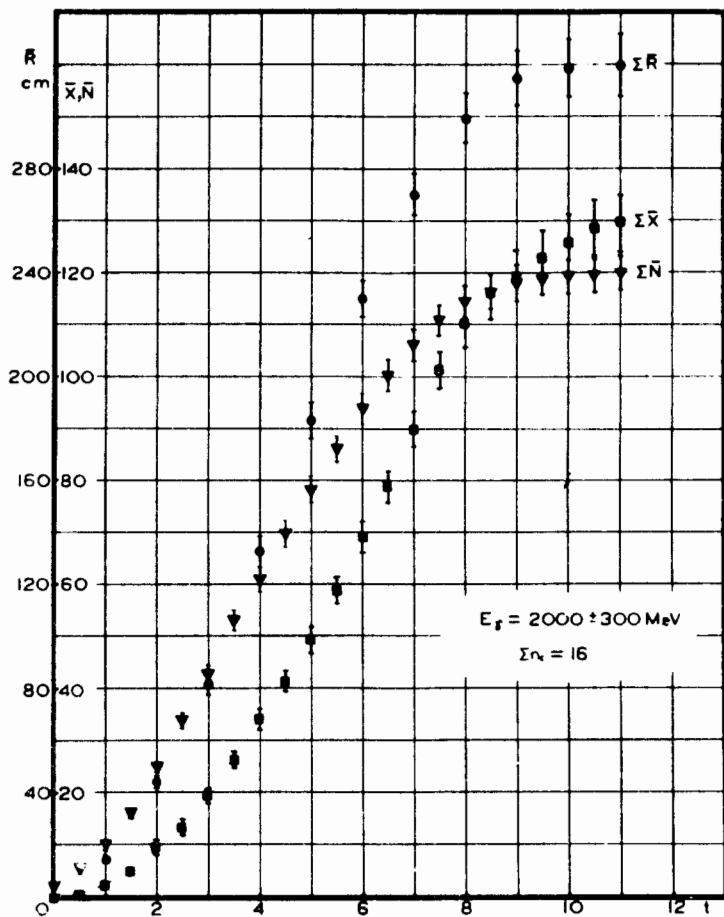


Рис. 8. Зависимость $\Sigma \bar{R}$, $\Sigma \bar{N}$, $\Sigma \bar{X}$ от t при $E_\gamma = 2000 \pm 300$ Мэв.

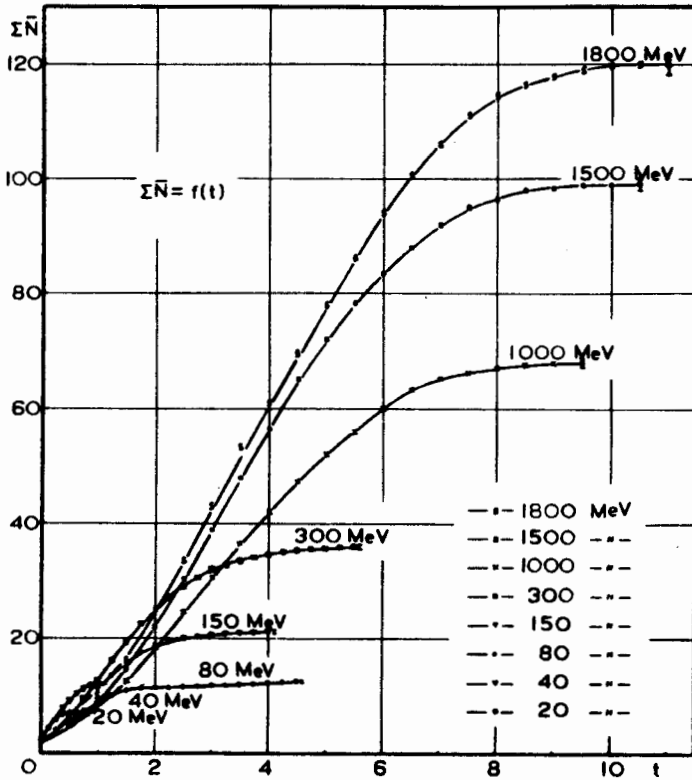


Рис. 9. Зависимость $E_\gamma = f(\Sigma \bar{N}, t)$

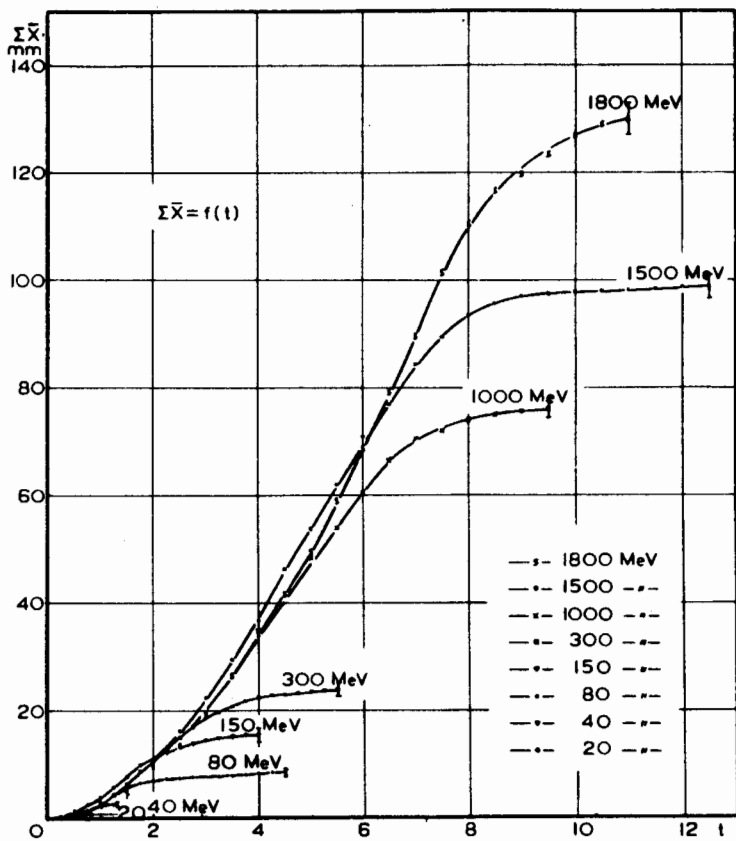


Рис. 10. Зависимость $E_y = f(\Sigma\bar{X}, t)$

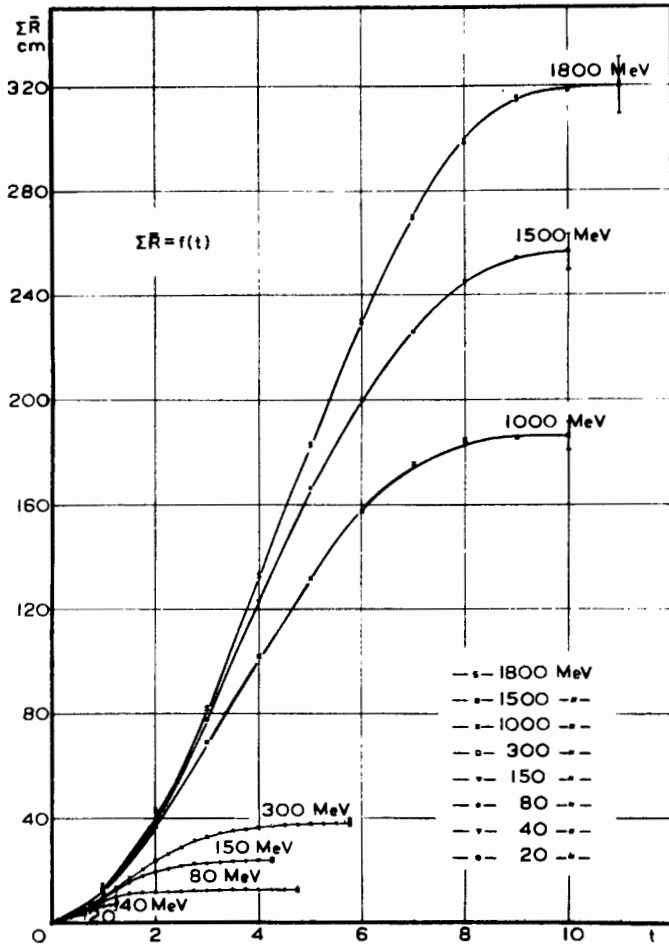


Рис. 11. Зависимость $E_{\gamma} = f(\Sigma R, t)$

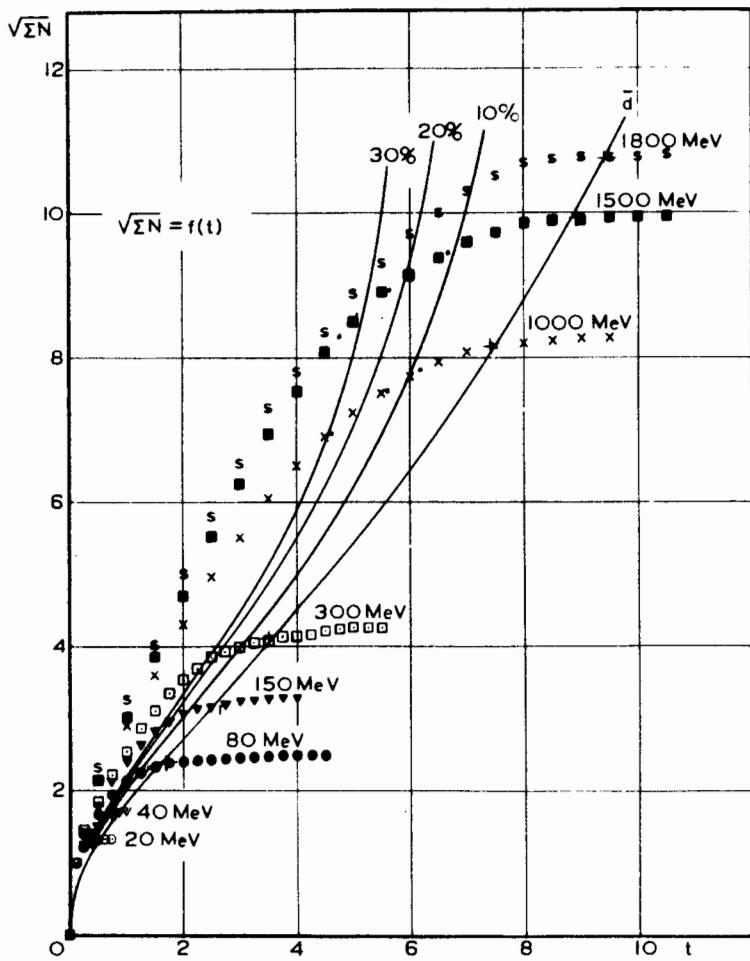


Рис. 12. Зависимость $E_y = f(\sqrt{\Sigma N}, t)$

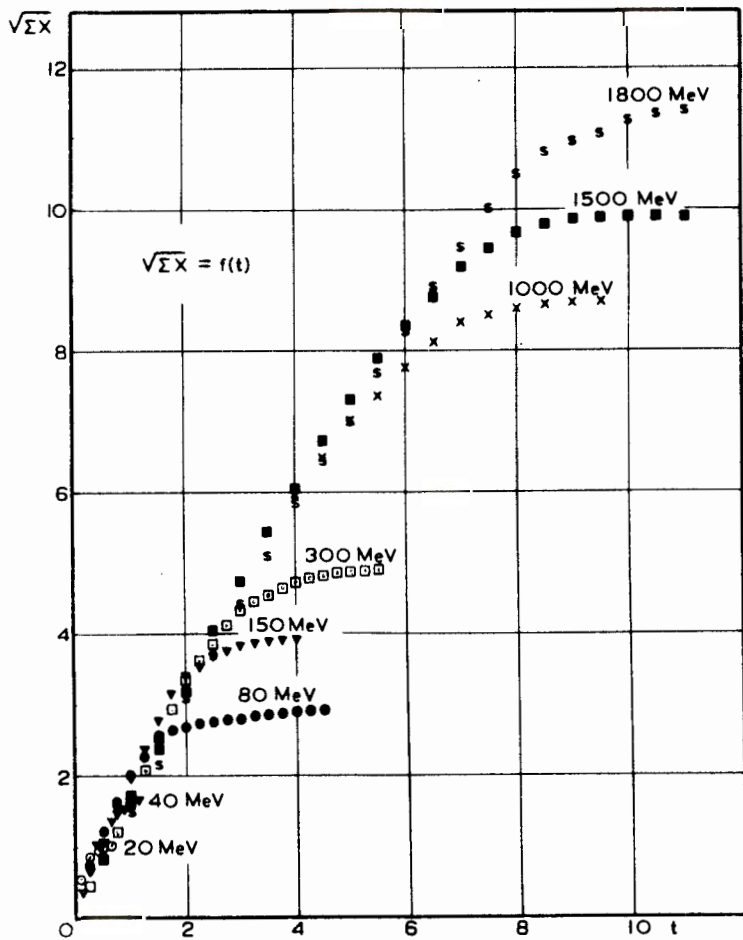


Рис. 13. Зависимость $E_\gamma = f(\sqrt{\Sigma \bar{X}}, t)$

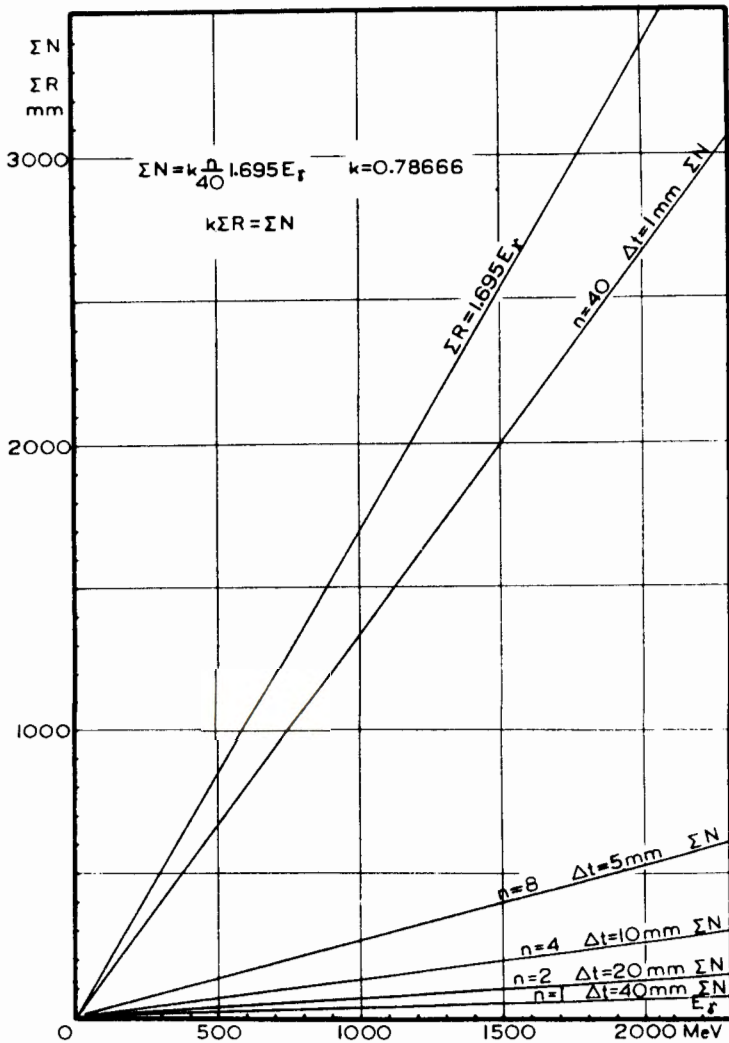


Рис. 14. Набор кривых, изображающих скорость сближения значений ΣN к ΣR при возрастании n . n - число линий на t_0 - единицу ($t_0 = 40$ мм); Δt - расстояние между линиями.