

К столетию В.И. Векслера

Создание и запуск первого ускорителя электронов - синхротрона "С-3" на максимальную энергию 30 МэВ.

Фотоядерные исследования на С-3

Б.С.Долбилкин, Б.С. Ратнер

(ФИАН -по 1970 г., с 1971 г.- ИЯИ АН)

В.И.Векслер



Создание ускорителя было основано на новом методе ускорения релятивистских частиц, предложенном В.И. Векслером в 1944 г.

Доклады Академии Наук СССР
1944. Том XLIII, № 8

ФИЗИКА

В. И. ВЕКСЛЕР

НОВЫЙ МЕТОД УСКОРЕНИЯ РЕЛЯТИВИСТСКИХ ЧАСТИЦ

(Представлено академиком Н. Д. Папалекси 25 IV 1944)

Принято считать, что метод резонансного ускорения, который осуществлен Лауренсом (1) для тяжелых частиц (циклотрон), неприемлем для ускорения электронов, благодаря релятивистскому изменению массы частиц со скоростью. Эта трудность обойдена в ускорителе с вихревым полем, предложенном Видероэ (2) и впервые осуществленном Керстом (3). В приборе Керста уже достигнуты энергии пучка электронов в 20 млн. eV и скоро, очевидно, будут получены частицы с энергией близкой к 100 млн. eV. Однако дальнейшее увеличение энергии электронов по методу Керста сопряжено, повидимому, с громадными техническими трудностями.

Поэтому целесообразно указать на одну новую возможность получения релятивистских частиц, основанную на простом обобщении резонансного метода.

Принцип автофазировки резонансных ускорителей(преодоление релятивистского барьера)

- Ускоряющее поле подбирается так, что с каждым оборотом период обращения частицы увеличивается на величину кратную его периода.
- Данный способ ускорения является устойчивым. Частица “гуляет” по фазе, то ускоряясь, то замедляясь относительно максимума в/ч поля.
-

В.И. Векслер, ДАН 44,346, 1944

ДАН 44,393, 1944

Для реализации идеи В.И. Векслера в старом здании ФИАН на Миусской площади была организована лаборатория, по соображениям конспирации, названная эталонной, построено новое здание. Работа велась в рамках 'атомного проекта'. Группой сооружения С-3 руководил Б.Л. Белоусов, в 1-ой половине 1946 г. в ее составе было 3 человека +Э.Г. Горжевская, И.Д.Кедров, в июне 1946 г. в нее вошел Б.С. Ратнер. В конце 1946 г. в группе работали 19 сотрудников. Попытка запуска в это время окончилась неудачей и В.И.Векслер принял решение- создавать новый ускоритель с улучшенными характеристиками.

- Б.С. Ратнер, Атомная энергия. 34, 498, 1973

Новый комплект оборудования был изготовлен всего за год, в том числе:

- новый магнит электромагнит переменного тока с большей рабочей областью и системами компенсации азимутальной асимметрии;(находится в Политехническом музее)
- специальный источник питания частотой 150 Гц;
- конденсаторные батареи
- тороидальные вакуумные камеры; вакуумная система
- устройство для ускорения электронов из источника (20кВ) в бетатронном режиме
- система в/ч питания
- магнитный зонд для вывода пучка электронов

В.И.Векслер и др., Отчет по установке, Москва, 1-327,1949

НАХОЖДЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ РАВНОВЕСНОЙ ОРБИТЫ В БЕТАТРОНЕ

Положение равновесной орбиты, определяемое соотношением $\bar{H} = 2H_0$, находится двумя способами. Первый способ исходит из того факта, что электрический градиент минимален на орбите. Второй способ основан на сравнении Э.Д.С. в катушке, помещенной на орбите и в витке, имеющим диаметр близкий к диаметру орбиты.

Первый способ, применявшийся как основной Керстом в бетатронах с энергией 2 MeV и 20 MeV , заключается в помещении ряда concentрических катушек в зазор бетатрона. При соблюдении условия постоянства длины обмотки всех катушек катушка с минимально ~~находится в (центре)~~ ^{находится в (центре)} ~~Э.Д.С. будет иметь и минимальный градиент~~ ^{виревого электрического} катушка с минимальной ~~Э.Д.С. находится измерением разности Э.Д.С. соседних витков и определением знака разности.~~ ^{катушек} Из-за пологости минимума градиента измерения должны производиться с большой точностью. В 100 MeV бетатроне этот метод применялся как контрольный, для чего были взяты три катушки.

Второй способ определения положения равновесной орбиты, являясь нулевым, нечувствителен к колебаниям амплитуды поля, усиления ~~усилителя~~ ^{половине} осциллографа и т.д. Небольшая катушка помещается в поле на радиусе близком к радиусу орбиты. Последовательно с ней соединяется виток, эффективная площадь которого равна ^{половине} эффективной площади катушки, а радиус равен тому радиусу, на котором располагается катушка. На осциллографе наблюдается разность Э.Д.С. витка и катушки в момент прохождения поля через

x/ D.W. Kerst Phys. Rev., 58, 841, 1940; 60, 441;
D.W. Kerst Rev. of Sci. Inst., 13, 384, 1942
Westendorf and Charlton J. of Appl. Phys.
16, 581, 1945

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ имени П.Н. ЛЕБЕДЕВА

B. Vekov
Б.С. РАТНЕР

МАТЕРИАЛ
К ОТЧЕТУ ПО УСТАНОВКЕ " [REDACTED] "
А. ОПИСАНИЕ И ЗАПУСК УСТАНОВКИ " [REDACTED] "

ФИАИ, 1948 г.

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
ЛАБОРАТОРИЯ В.И. ВЕКслера

=====

„Утверждаю“
Директор Физического Института
им П.Н. Лебедева Академии Наук С.С.С.Р.
Академик (С.И. Вавилов)

О Т Ч Е Т
ПО УСТАНОВКЕ [REDACTED]

Заведующий лабораторией
Член - Корреспондент Академии
Наук С.С.С.Р.

(В.И. Векслер)

г. Москва, 1949 г.

Вакуумная камера С-3 в фойе Гл.корпуса“Питомника”



Вакуумная камера С-3 вместе с магнитным сердечником в фойе Питомника



Вакуумная камера эллиптического сечения, выполненная из молибденового стекла. Снаружи покрыта проводящим слоем серебра. Служит для хранения ФИАИЗ в Воронежском институте стекла.

Synchrotron vacuum chamber of elliptic cross-section made of molybdenum glass and coated from inside by a conducting silver layer. The chamber was welded by Y. Moronkov (FIAN) from two half-parts provided by Moscow glass factory.

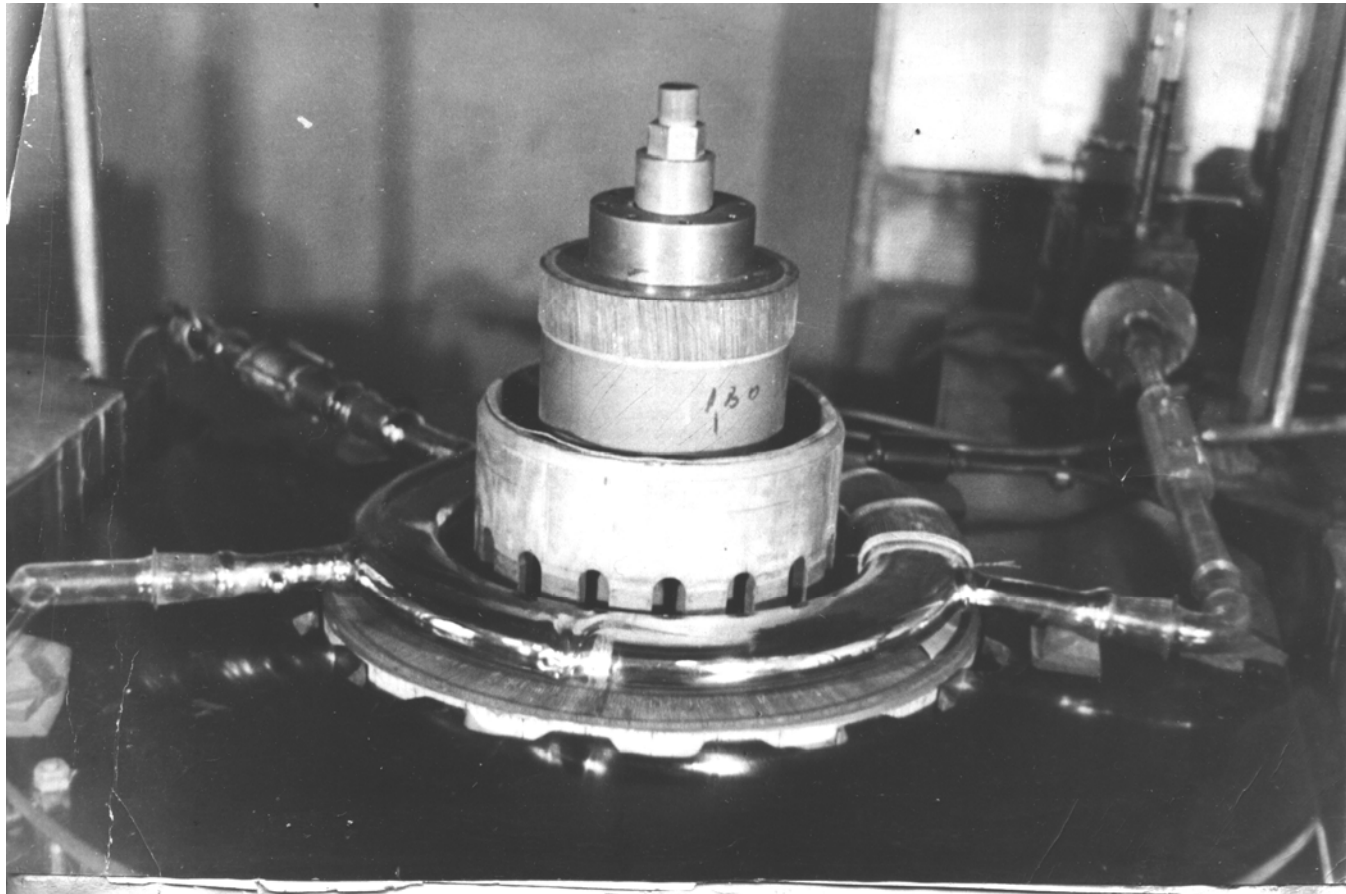
Часть электромагнита синхротрона. Элемент предназначен для создания вихревого электрического поля, ускоряющего электроны до энергии 3 МэВ.

A portion of the synchrotron electromagnet — an element of the betatron perimally core intended to provide eddy — current electric field accelerating electrons to 3 MeV.

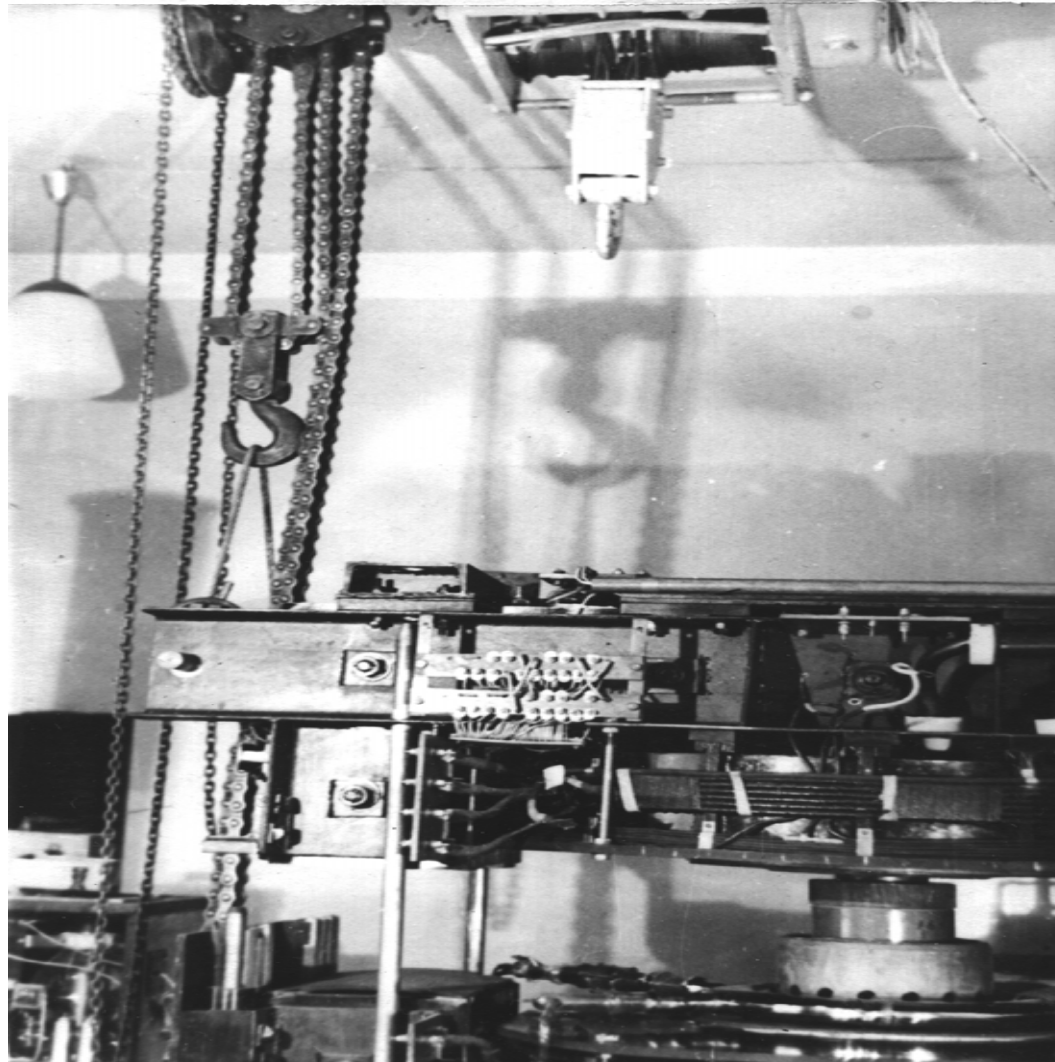
Наружный полюс системы вставки и поперечный магнетонный элемент для ускорения электронов.

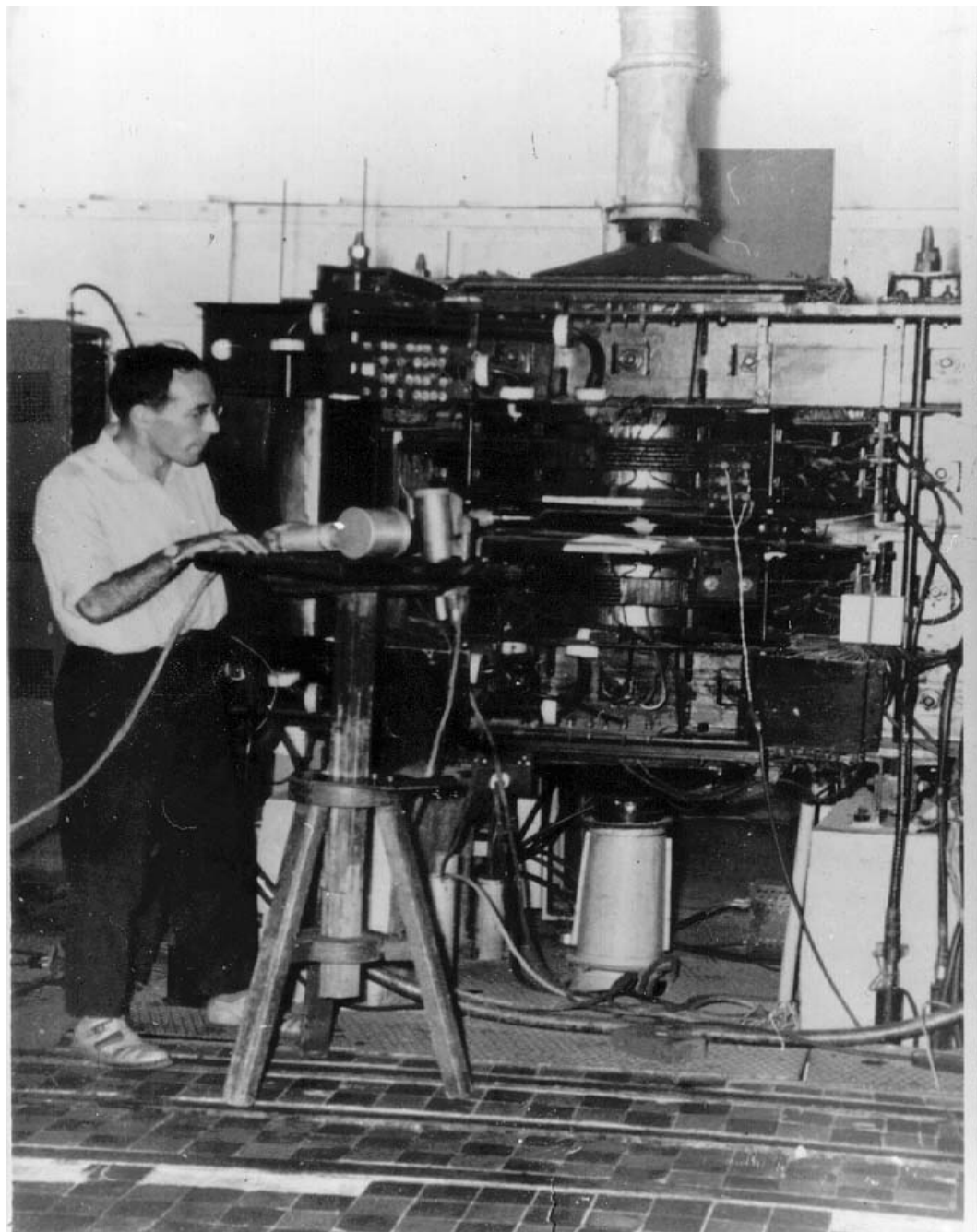
Outer poles are connected to the high-frequency generator and providing accelerating electric field inside the vacuum chamber.

Сердечник магнита и вакуумная камера
(патрубки откачки, в/ч и внутренней мишени)



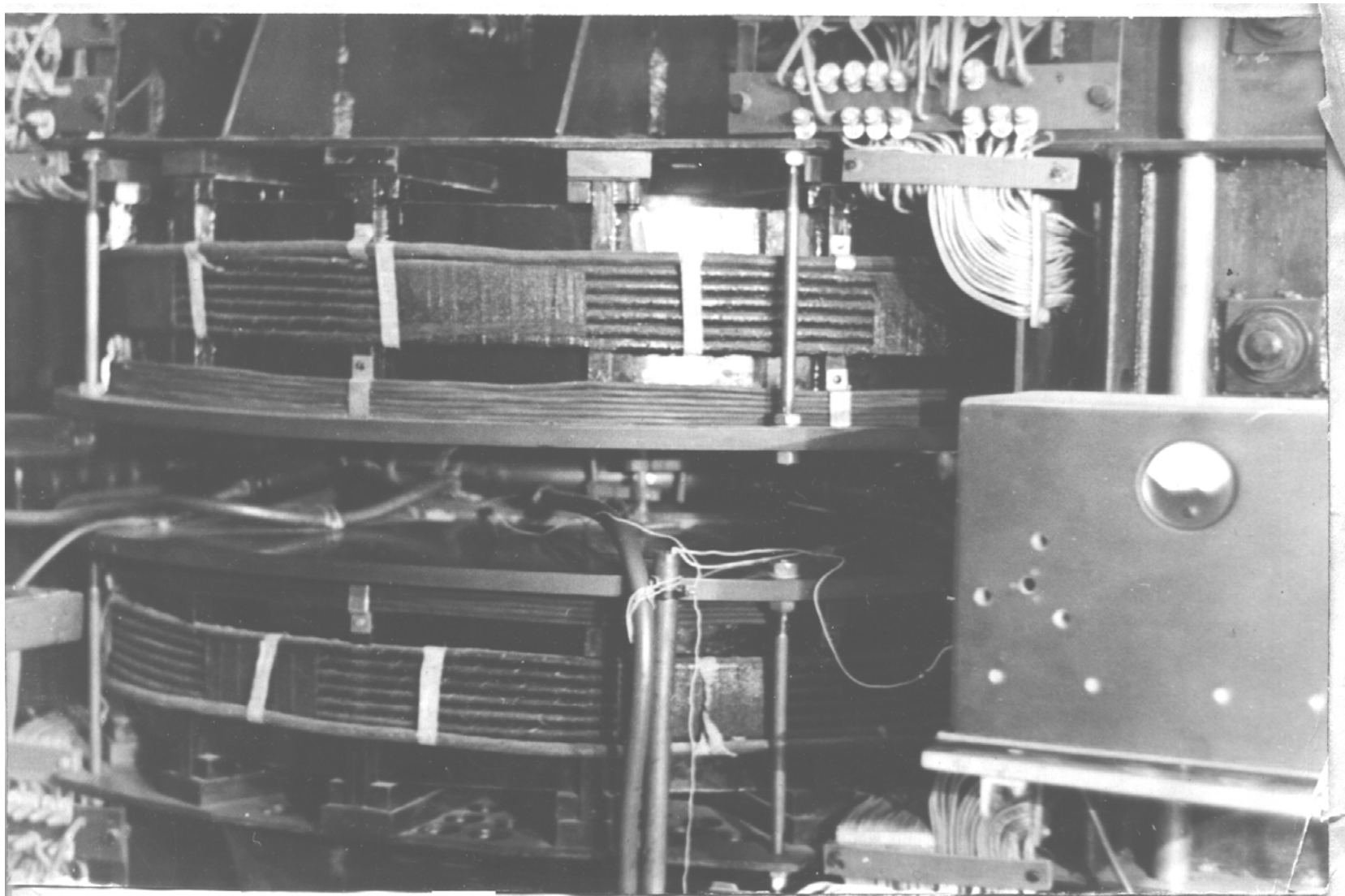
Установка перед запуском



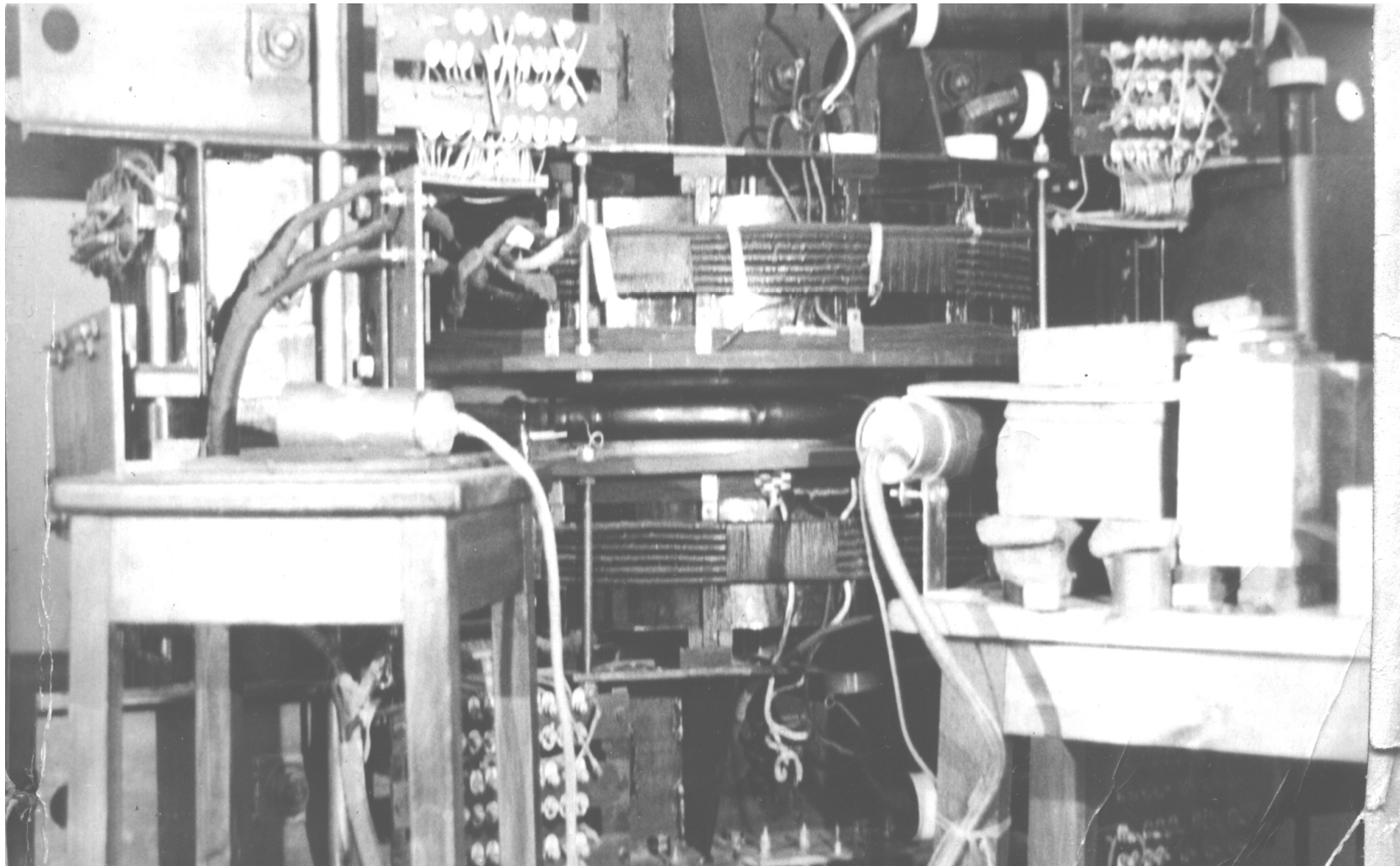


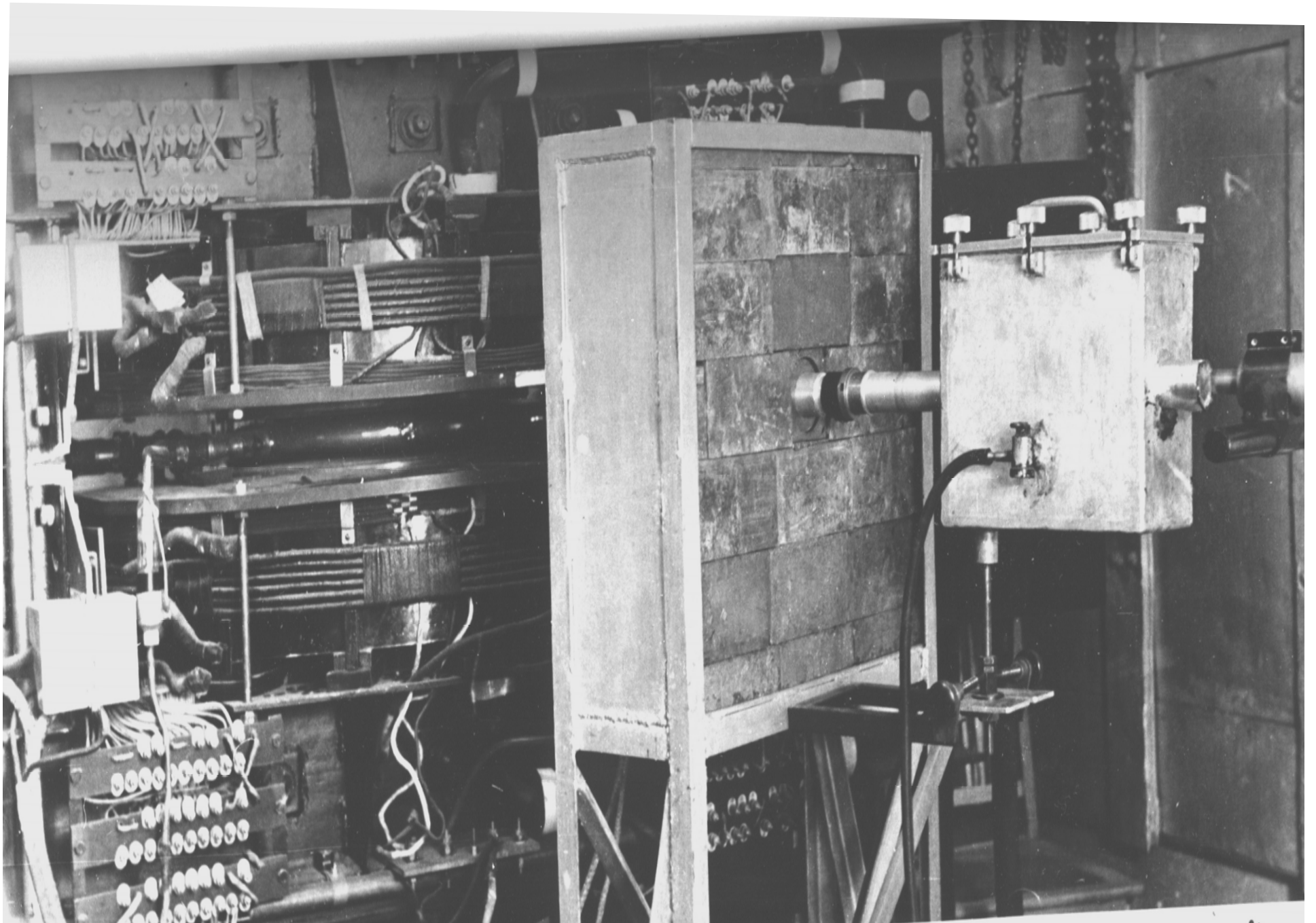
Б.С.Ратнер
настраивает
аппаратуру
синхротрона
перед запуском.

Общий вид С-3 со стороны вакуумного насоса

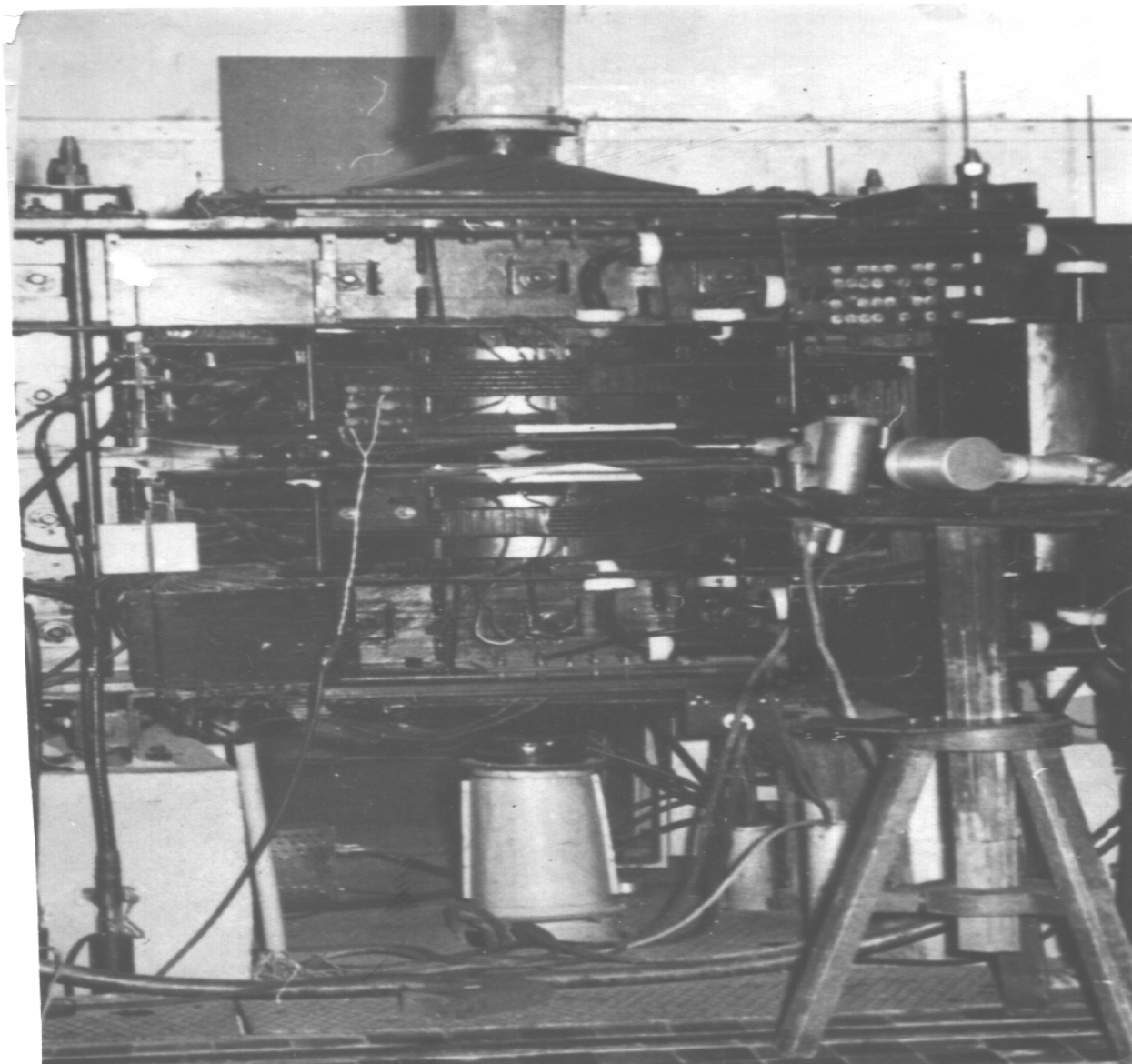


Вид синхротрона С-3 со стороны пучка





Синхротрон С-3



Запуск синхротрона

- 28.12.1947 г. ускоритель был запущен в бетатронном режиме
- 11.01.1948 г. – запуск синхротрона

Параметры:

$N = 4200\text{Э}$, стационарная орбита $R = 21\text{см}$,
импульс $t \sim 1\text{-}2\text{ мксек}$, частота $f = 216\text{ МГц}$,
энергия 30 МэВ , интенсивность
 $\sim 10^9\text{ электронов/сек.}$

был осуществлен 11 января 1948 г., и электроны ускорены до 30 *Мэв*.

Сразу после запуска синхротрона на нем начались физические исследования как на пучке γ -излучения, так и на выведенном вскоре электронном пучке. Было проведено одно из первых исследований формы спектра тормозного излучения ускорителя. С тех пор синхротрон на 30 *Мэв* непрерывно используется как источник γ -квантов для изучения фотоядерных реакций. После многолетней эксплуатации первый магнит синхротрона передан для экспозиции в Политехнический музей, а вместо него изготовлен новый.

Работы по созданию электронных ускорителей велись в те годы и в других лабораториях страны, помощь которым на первом этапе оказывали В. И. Векслер и его группа. Большой опыт, приобретенный при создании первого отечественного синхротрона, явился основой успешного развития советской ускорительной техники.

Душой работ по созданию ускорителя был В. И. Векслер. Он сумел за короткий срок организовать небольшой, но очень работоспособный коллектив, увлечь людей своей идеей и успешно решить весьма сложную задачу, потребовавшую объединенных усилий физи-

ков (экспериментаторов и теоретиков), инженеров, рабочих и техников. В. И. Векслер всячески поощрял самостоятельность и инициативу своих сотрудников. Он не прибегал к мелочной опеке, но постоянным вниманием к работе каждого поддерживал ее весьма высокий темп; люди работали с утра до позднего вечера. При этом обстановка в лаборатории была спокойной, без нервозности и суеты, которые нередко сопутствуют срочной работе. Ближайшим помощником В. И. Векслера был Б. Л. Белоусов; его группа непосредственно собирала и запускала синхротрон. В работе над созданием и запуском синхротрона принимали участие А. Я. Беляк, К. И. Блинов, Л. Н. Бородовская, С. С. Бородин, Э. Л. Бурштейн, Б. Б. Гальперин, В. И. Драган-Суцев, Ф. М. Елизаров, Ю. С. Иванов, И. Д. Кедров, А. А. Коломенский, А. П. Комар, Н. Г. Котельников, Д. Д. Красильников, В. Г. Ларионова, А. В. Макаров, Э. А. Манькин, Е. М. Мороз, А. А. Николаев, В. Е. Писарев, А. В. Поросятников, М. С. Рабинович, Б. С. Ратнер, И. О. Сталь, Г. М. Страховский, П. А. Черенков, К. В. Чехлов, В. Е. Якушкин, работники механических и стеклодувной мастерских, приборной группы.

Б. С. РАТНЕР

SYNCHROTRON AIDS NUCLEAR STUDIES

New Atom Smasher Expected
to Speed Electrons to Ener-
gies of 300,000,000 Volts

POTENTIAL OF A BILLION

California University Machine
Is Developed as Scientist in
Russia Makes Smaller One

By LAWRENCE E. DAVIES

Special to THE NEW YORK TIMES.

BERKELEY, Calif., April 30—
With the backing of the Manhattan
District, which produced the
atomic bomb, the University of
California has begun construction
of an atom smasher of a type
which, according to Berkeley
physicists, is capable theoretically
of accelerating high-speed elec-
tronic "bullets" to energies of a
billion volts.

Professor Ernest O. Lawrence,
director of the radiation laboratory
and inventor of the cyclotron, said
today that the new instrument,
known as the synchrotron, would
accelerate electrons to energies of
300,000,000 volts. With a larger
magnet and orbit, the higher volt-
age could be achieved, in the opin-
ion of himself and Professor Edwin
M. McMillan, whose "theory of
phase stability" is the principle on
which the synchrotron is based.

Soviet Russia, where the idea of
the synchrotron was proposed in-
dependently by V. Veksler of the
Academy of Sciences in Moscow,
is known to be at work on a sim-
ilar machine of 30,000,000 volts.

With the new instrument, which
the Berkeley nuclear physicists
hope to have in operation early
next year, they expect to cross a
new threshold in the study of nu-
clear forces. The nucleus of the
atom has been altered by the
heavy projectiles of the cyclotron,
whose barrages have added or re-
moved protons or neutrons.

But Professor McMillan sug-
gested that with the synchrotron
it might be possible that, instead
of the nucleus itself being split, the
tiny particles of the nucleus, such
as protons and neutrons, would be
split.

"With particles of these ener-
gies it will be possible to study
cosmic rays, or mesotrons," a
statement from the university said.
"A 300,000,000 electron volt elec-
tron is itself a cosmic ray, and
such a particle will produce cosmic
ray showers, such as occur in na-
ture, of equal energy.

"The understanding of meso-
trons is considered to be of the ut-
most importance in learning about
the fundamental nuclear forces.
Mesotrons, which constantly bom-
bard the earth at energies up to
billions of electron volts, can be
studied at present only on nature's
terms.

"Scientists study mesotrons by
taking photographs of electrical
showers they create as they travel
through a gas-filled container
called a Wilson cloud chamber.
Thousands of photographs usually
must be taken before one is found
which has on it a mesotron shower.
By producing their own mesotrons,
scientists will be able to study
these particles under their own
conditions. Thus much will be
learned about the mesotron, which
is believed, in some way yet un-
known, to constitute the binding
force, or cement, which holds the
atomic nucleus in a tight core."

Dr. Lawrence said that Profes-
sor McMillan's "theory of phase
stability" constituted the most im-
portant development in the accel-
eration of particles since the cyclo-
tron itself was devised.

The machine now under con-
struction will operate up to 2,000,-
000 electron volts as a betatron,
described as the most effective
machine operating now as an elec-
tron accelerator, and at that point
will begin operation as a synchro-
tron. Professor McMillan said that
at 300,000,000 electron volts the
particles accelerated would have
traveled around the orbit 200,000
times before emerging in a beam.

Список научных работ сотрудников лаборатории ускорителей и фотоядерных реакций (1946-59гг)

1 9 4 8 год

Брук И.С. О способах возбуждения мощных электромагнитов при низкой частоте. Отчет ФИАН.

Бурштейн Э.Л. К расчету интенсивности в бетатроне. Отчет ФИАН.

Векслер В.П., Мороз Е.М., Черенков Н.А., Комар А.П.

Блинов К.П., Николаев А.А., Ратнер В.С., Рабинович М.С.

Писарев В.Е., Белоусов А.С., Сталь И.О., Беляк А.В.

запуск установки С-3 и исследование ее характеристик.

Отчет ФИАН.

Векслер В.П., Мороз Е.М., Комар А.П., Писарев В.Е., Рабинович М.

Физические основы проектирования установки С-25. Отчет ФИАН.

Векслер В.П., Иванов Ю.С., Комар А.П., Ларионова В.Г., Мороз Е.И.

Писарев В.Е. Подготовка вакуумной камеры к ускорителю С-3.

Отчет ФИАН.

Елизаров Ф.М. Отчет о разработке и изготовлении низкочастотного генератора (НГ-8) для питания установки Б-1. Отчет ФИАН.

Иванов Ю.С., Комар А.П., Ларионова В.А., Писарев В.Б., Ратнер В.

Выпуск электронного пучка из синхротрона. Отчет ФИАН.

Иванов Ю.С. Вакуумная установка (материалы к отчету по установке С-3). Отчет ФИАН.

Карасев В.А. Система магнита синхротрона с внешними насыщенными с внешней и внутренней обкатками, питаемыми последовательно от общего источника. Отчет ФИАН.

Карасев В.А. Анализ рабочего режима синхротрона при синусоидальном напряжении питания с подмагничиванием. Отчет ФИАН.

1949 год

9.

- Коломенский А.А. Движение электронов в аксиально-симметричном магнитном поле (внешняя инжекция). Отчет ФИАН.
- Кузмичева Т.В. Начальный период ускорения в циклотроне и фазотроне. Отчет ФИАН.
- Лазарева Л.Е. Атмосферные ливни космических лучей на высоте 3860 м над уровнем моря. Дисс. на соискание ученой степени канд. физ. матем. наук. — Труды ФИАН, т.4, Изд-во АН СССР, с. 103-160.
- Лебедев В. и Марков М. Захват отрицательных мезонов атомными ядрами с точки зрения парной теории ядерных сил. — ЖЭТФ, т.19, вып.4, с. 292-296.

1949 год

- Марков М.А. Рождение мезонов фотонами на ядре при энергиях фотона близких к порогу. Отчет ФИАН.
- Марков М.А. Потери в пучке быстрых протонов в синхротроне на мезонное излучение при столкновениях с остаточным газом камеры. Отчет ФИАН.
- Марков М.А. Обменная проницаемость потенциального барьера для протонов. ФИАН, отчет.
- Марков М.А. К защите от излучения 10-миллиардного протонного ускорителя. Отчет ФИАН.
- Марков М.А. Захват протоном электрона остаточного газа камеры в начальной стадии ускорителя протонов в ускорителях. Отчет ФИАН.
- Подгорецки И.М.П., Шербакова Н.И., Штаркво Л.Н., О форме импульса в ионизационной камере. ДАН СССР.

АКАДЕМИЯ НАУК СОЮЗА ССР
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. П. Н. ЛЕБЕДЕВА

Экз. № 2

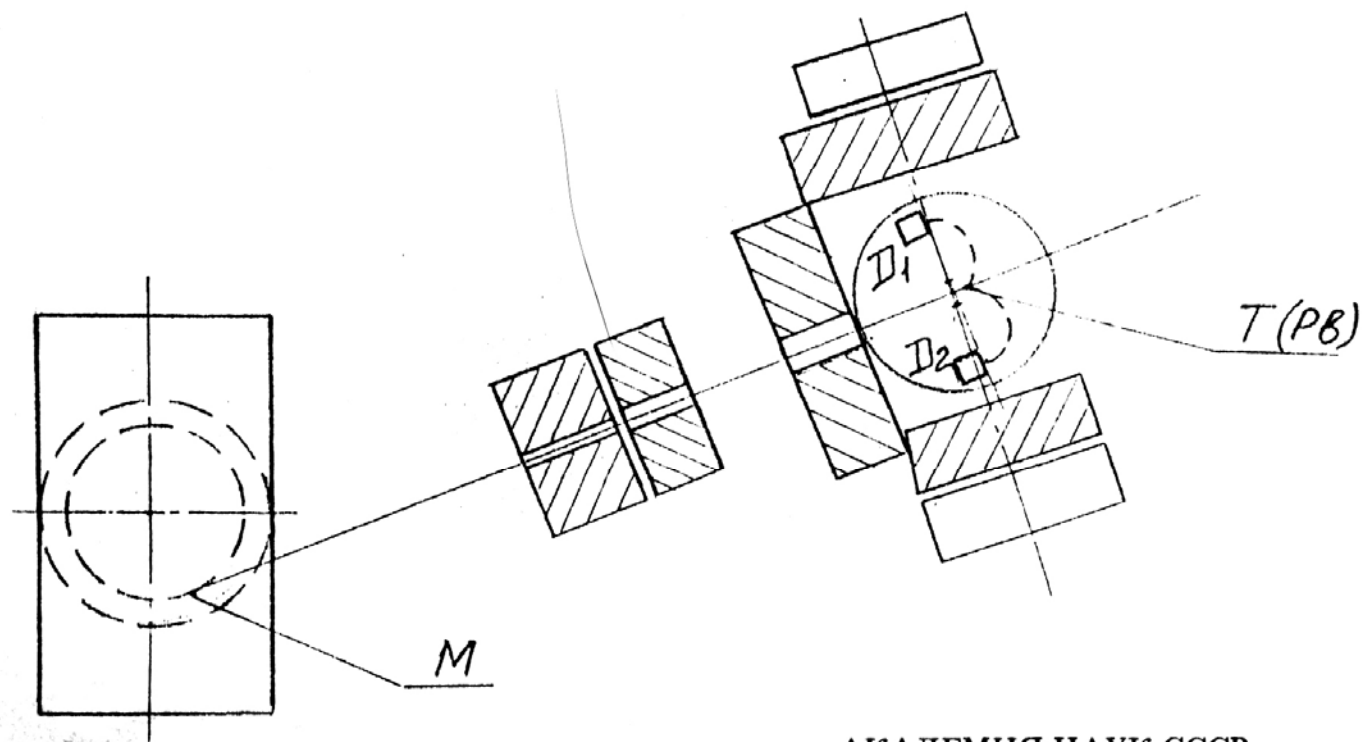
Б. С. РАТНЕР, Ю. К. СЖЕНОВ, Б. Ф. КОЗЛОВ

ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ТОРМОЗНОГО
ИЗЛУЧЕНИЯ

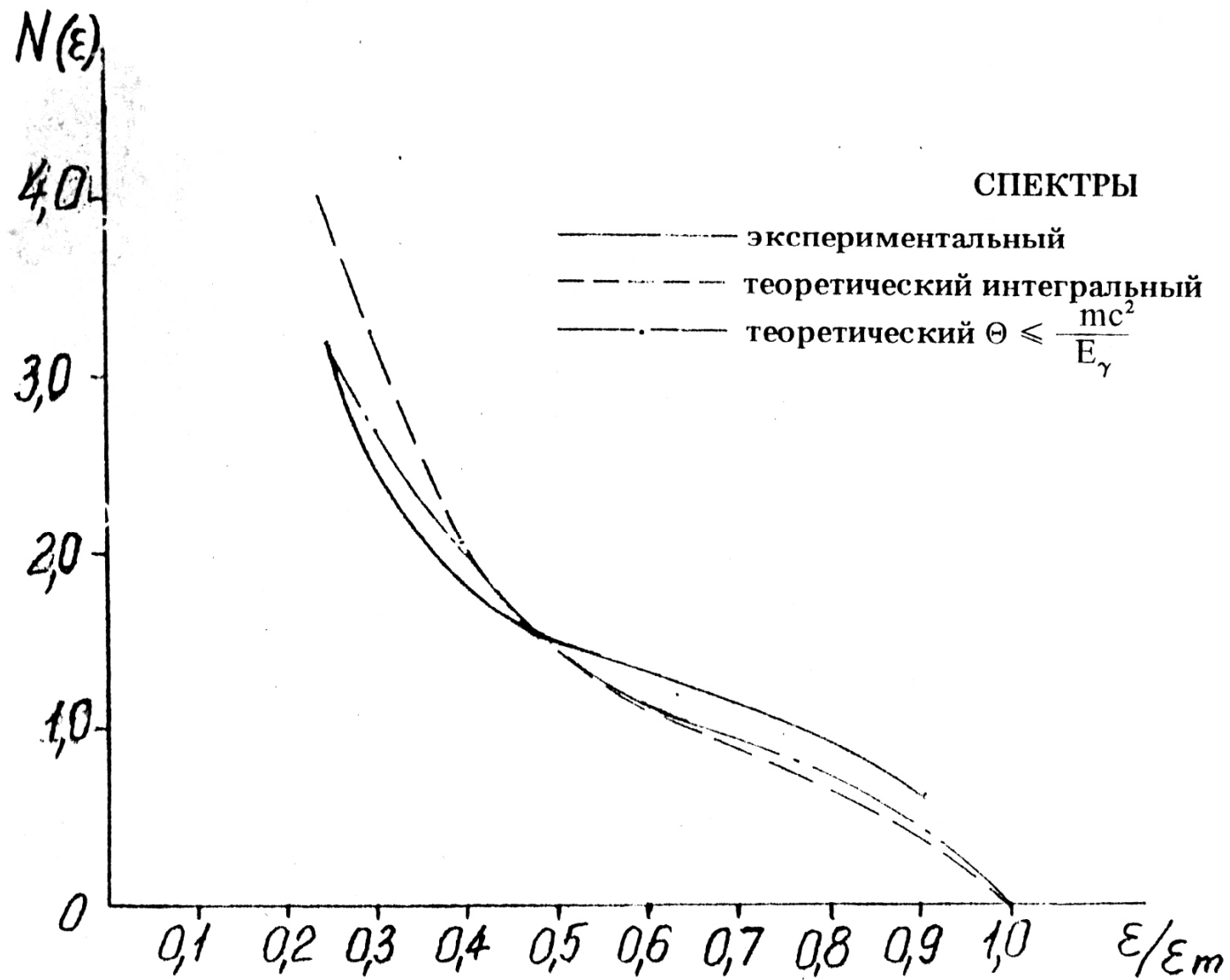
Отчет по работе X. 1948 г. - У1. 1949 г.

Руководитель: Член-корр. АН СССР
В. И. ВЕКСЛЕР

Москва, 1949 год.



АКАДЕМИЯ НАУК СССР
ФИЗИЧЕСКИЙ ИНСТИТУТ им. П.Н. ЛЕБЕДЕВА
Б.С. РАТНЕР, Ю.К. СЖЕНОВ, В.Ф. КОЗЛОВ
ИССЛЕДОВАНИЕ СПЕКТРА ТОРМОЗНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ
Отчет по работе X. 1948 г. — У1. 1949 г.
Руководитель: Член-корреспондент АН СССР В.И. ВЕКСЛЕР



Персональные данные о В.И. Векслере Отдела кадров ФИАН(1959)

12

Типовая ф. № 59
Утверждена ЦУС СССР 3. IX. 1955 г. № 357

ЛИЧНАЯ КАРТОЧКА № _____ № табеля и др. _____

И. А. Н. _____
предприятие, учреждение

I. Общие сведения

Фамилия Векслер
Имя Владимир отчество Иосифович
рождения 1907 месяц _____ число _____
рождения: республика, край _____
местность _____ город Миньбург село _____
национальность еврей
политическая принадлежность ч.к.п.с. год вступ. в КПСС 1937
был ли членом ВЛКСМ _____
профсоюза ВсНУ указать, с какого года _____
образование высшее высш., средн. неполн., средн. начальн. (сколько классов) _____
наименование и дата окончания учебного заведения _____
наименование и дата окончания учебного заведения _____

II. Сведения о воинском учете

9. Основная профессия и специальность Физик
10. Стаж работы по данной специальности с 1937г.
11. Место последней работы и занимаемая должность Веселозн. Физмат. Ч-Т.
12. Общий стаж работы по найму _____
13. Семейное положение _____
14. Паспорт: серия _____ № _____ кем выдан _____ дата выдачи _____ на срок по _____
15. Домашний адрес У. Камовы д. № 22 телефон № К. 7-33-56

III. Какие имеет правительственные награды (когда и чем награжден)

Медаль "За трудовую доблесть"

16. Группа учета _____
17. Категория учета _____
18. Состав _____
19. Воинское звание _____
20. Военно-учетная специальность № _____
21. Годность к военной службе _____ строевой, нестроевой
22. Наименование райвоенкомата по месту жительства _____
23. Состоит ли на специальном учете № _____

IV. Назначения и перемещения

V. Отпуска

Дата	Цех. отдел, участок	Должность и профессия	Разряд	Оклад	Основание	Вид отпуска	Основание	начал отпуск
17.11.56	Л. Ковалев	Зам. зав.			57-17.01			
17.11.58	Л. Ковалев	лабор.						
17.11.59	Л. Усманов	Зав. лабор.		3000р.	25-17.11			
	Мотел держав	Золотор Науч						
1/XII.59	- " -	- " -		3000р.	372-11.XII			
				(кал.)				
1.XII.59	- " -	- " -		2500р.	187-26.VII			
				(кал.)				
16/II.60	Л. Усманов	ст. Н. евр.		без	49 ст	19/II 60г.		
				оплата				
16.II.60	- " -	ст. ч. е.		кол. ставы	81-26.II.60			

Дата заполнения 5. V 1959 г.

Подпись заполнившего

Дата и причина увольнения

с 15. VI. освобожден от работы № 38 ст 4. II.

ВЫПИСКА ИЗ ПРИКАЗА

ФИЗИЧЕСКОМУ ИНСТИТУТУ им. П. Н. ЛЕБЕДЕВА АКАДЕМИИ НАУК СССР

г. Москва

№ 369

от 9 ноября 1959г.

1. В соответствии с решением Ученого совета Института, временно, впредь до утверждения в Президиуме АН СССР, разделить с 1 декабря с/г. Лабораторию ускорителей и фотоядерных реакций на три самостоятельные лаборатории с подчинением их непосредственно ~~Институту~~ Дирекции Института:

а) лаборатория ускорителей (зав. лабораторией акад. В. И. Векслер; зам. зав. лабораторией, зав. сектором д-р Ф. М. Н. — М. С. Рабиновича; главный инженер лаборатории М. Г. Седов; зам. зав. по АХЧ Леман).

б) Лаборатория фото-мезонных процессов (и. о. зав. лабораторией — зав. сектором д-р Ф. М. П. А. Черенков; зам. зав. лабораторией, канд. Ф. М. Н., мл. научн. сотр. А. Н. Горбунов; главный инженер лаборатории А. Я. Беляк; зам. зав. лабораторией по АХЧ — С. А. Иокровский).

в) лаборатория фотоядерных реакций (и. о. зав. лабораторией, ст. н. сотр. Л. Е. Лазарева; главный инженер лаборатории В. Н. Логунов).

По утверждению разделения Лаборатории ускорителей и фотоядерных реакций в Президиуме АН СССР, объявить конкурс на вакантные должности заведующих лабораториями фото-мезонных процессов и фото-ядерных реакций.

2. Поручить уче ому секретарю Института профессору Н. Н. Соколову и пом. директора по кадрам Р. Г. Трофименко в недельный срок подготовить все материалы по разделению лаборатории ускорителей и фотоядерных реакций, необходимые для представления в Отделение физ. мат. наук АН СССР.

п. п. Директор ФИАН, академик — Д. В. Скобельцын.

История лаборатории фотоядерных реакций ФИАН(с 1956 г. размещается в новом крыле Питомника).



1948-59 – группа в
лаборатории Векслера.

1960-70 – ЛФЯР в
составе ФИАН,а.

1971- по н/в- ЛФЯР в
составе ИЯИ

Зав. лаб (по 1986) -
Л.Е. Лазарева
(1986-98)-Р.А. Эрамжан

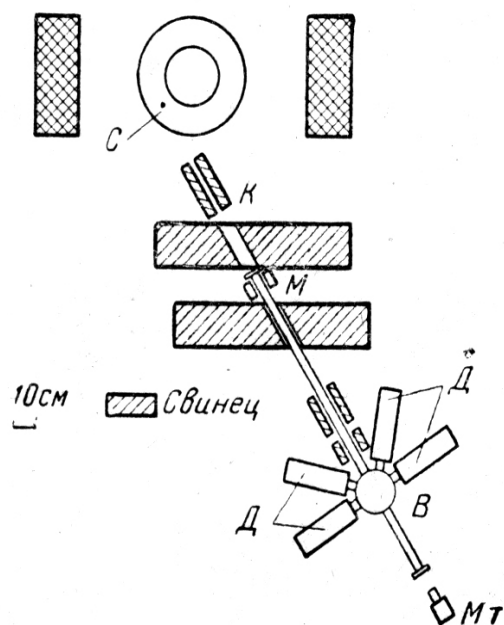
Фотоядерные исследования на синхротроне c-3

- Тематика:
- Неупругое рассеяние фотонов
- Спектры фото-протонов и нейтронов, сечения реакций (g,p) , (g,n) , $(g,2n)$
- Сечения поглощения легких ядер. Тонкая структура
- Сечения поглощения тяжелых ядер. Эффекты деформации ядер
- Фотоделение, запаздывающие нейтроны

Сечение испускания фотопротонов из меди

Б.С. Ратнер, ЖЭТФ 46,1157,1964

- Экспериментальная установка



С-мишень синхротрона

К-коллиматор

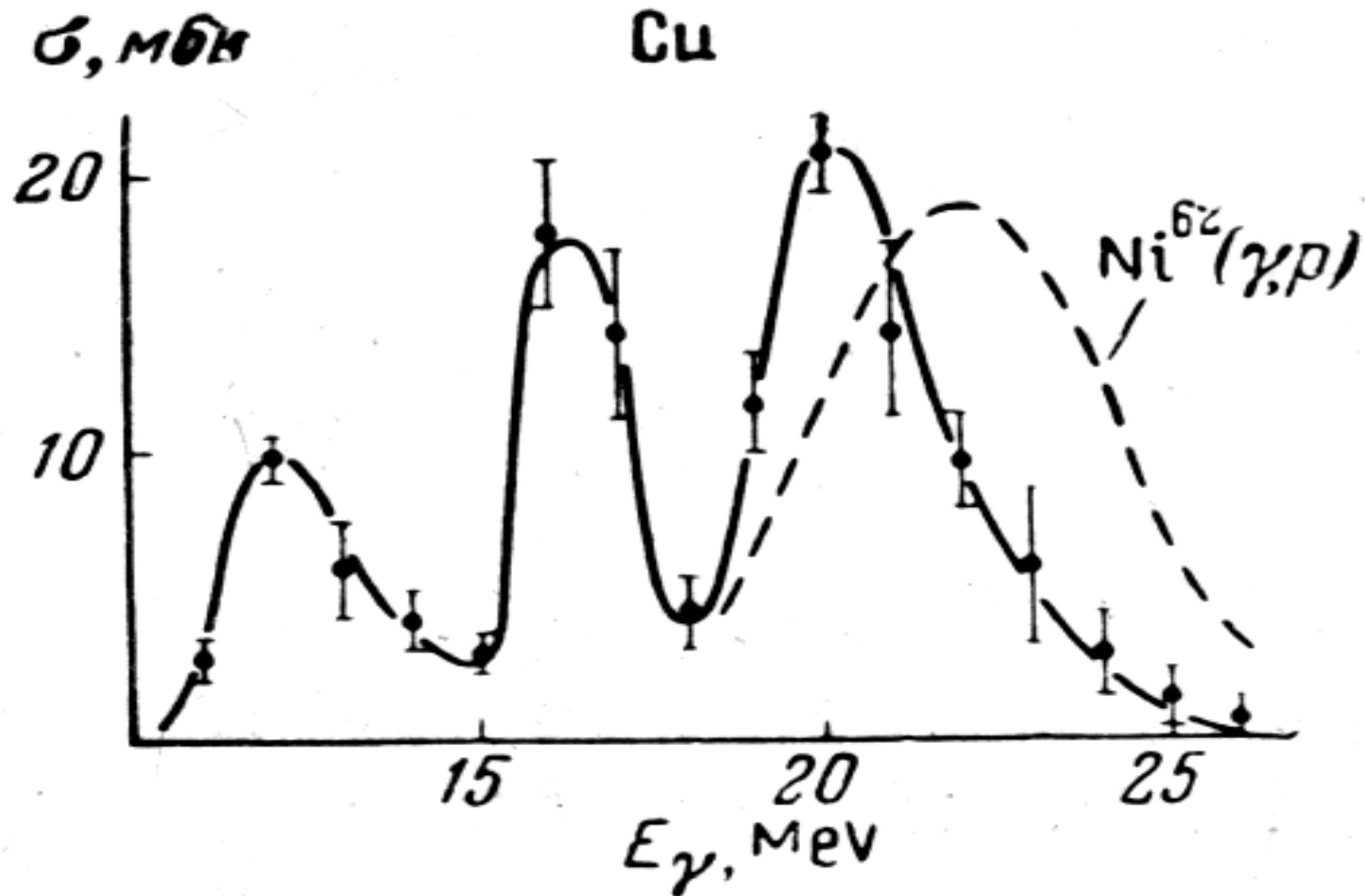
М-очистительный магнит

В-вакуумная камера

М_т-монитор

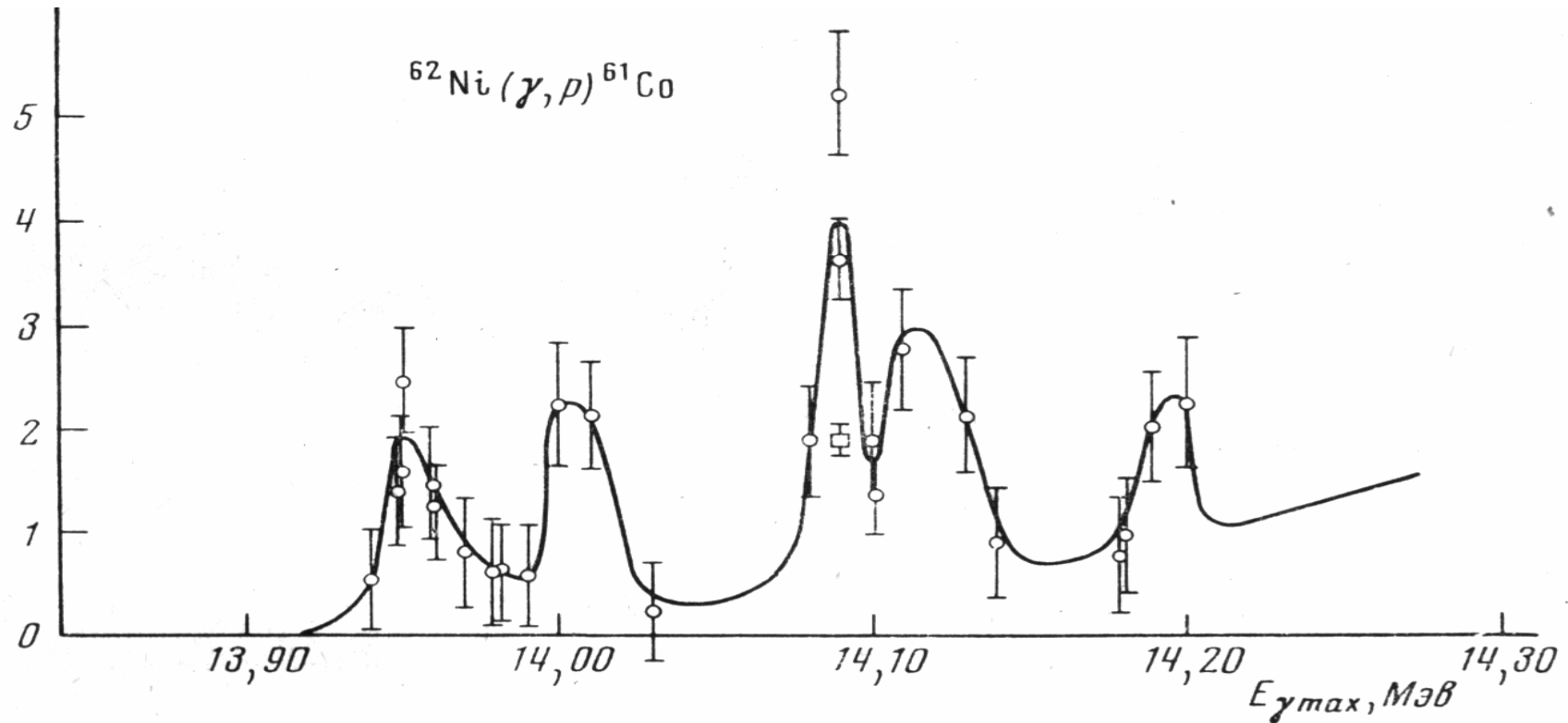
Д-детекторы

Сечение $\text{Cu}(\gamma, p)$ для $E_p > 5$ МэВ



^{62}Ni -Proc.Phys.Soc.73,585,1959

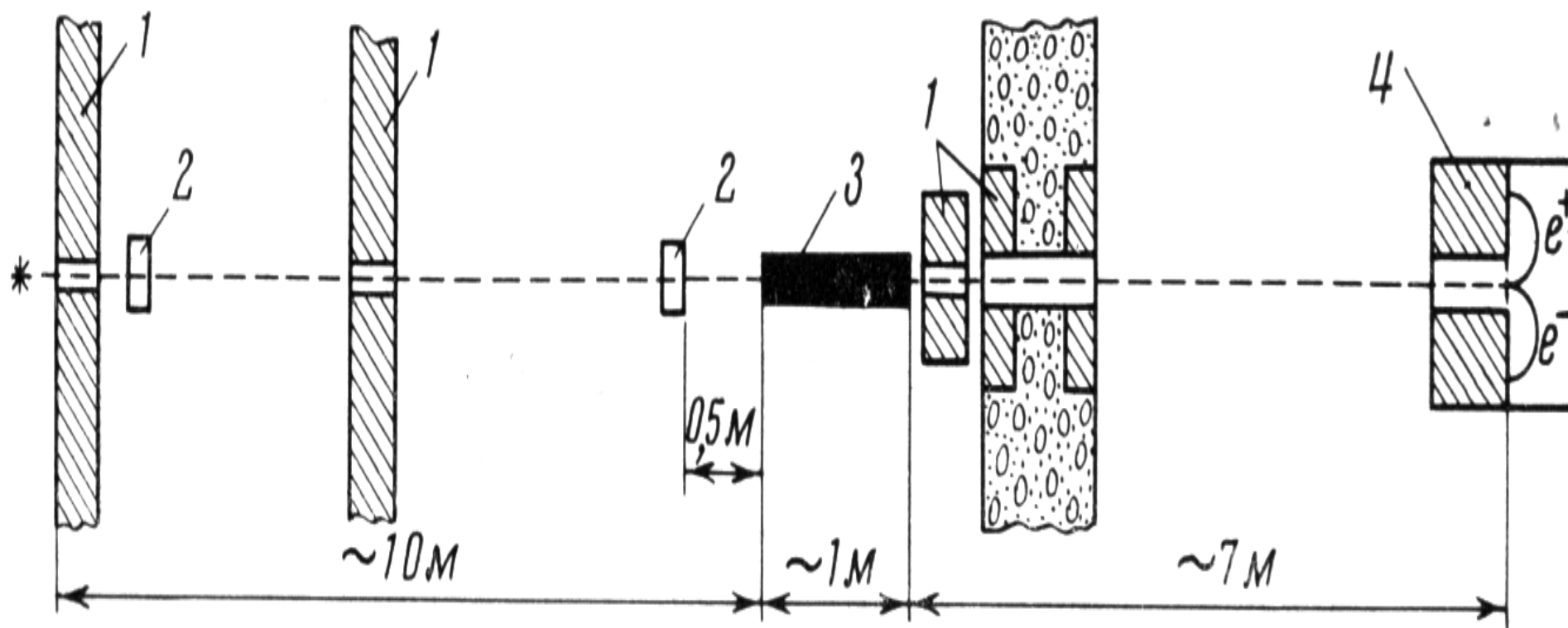
Фотопротоны вблизи порога



Выход реакции в области возбуждения $E=13.94 - 14.20$ МэВ, ошибки статистические. Точность $E_m - 2-3$ КэВ.

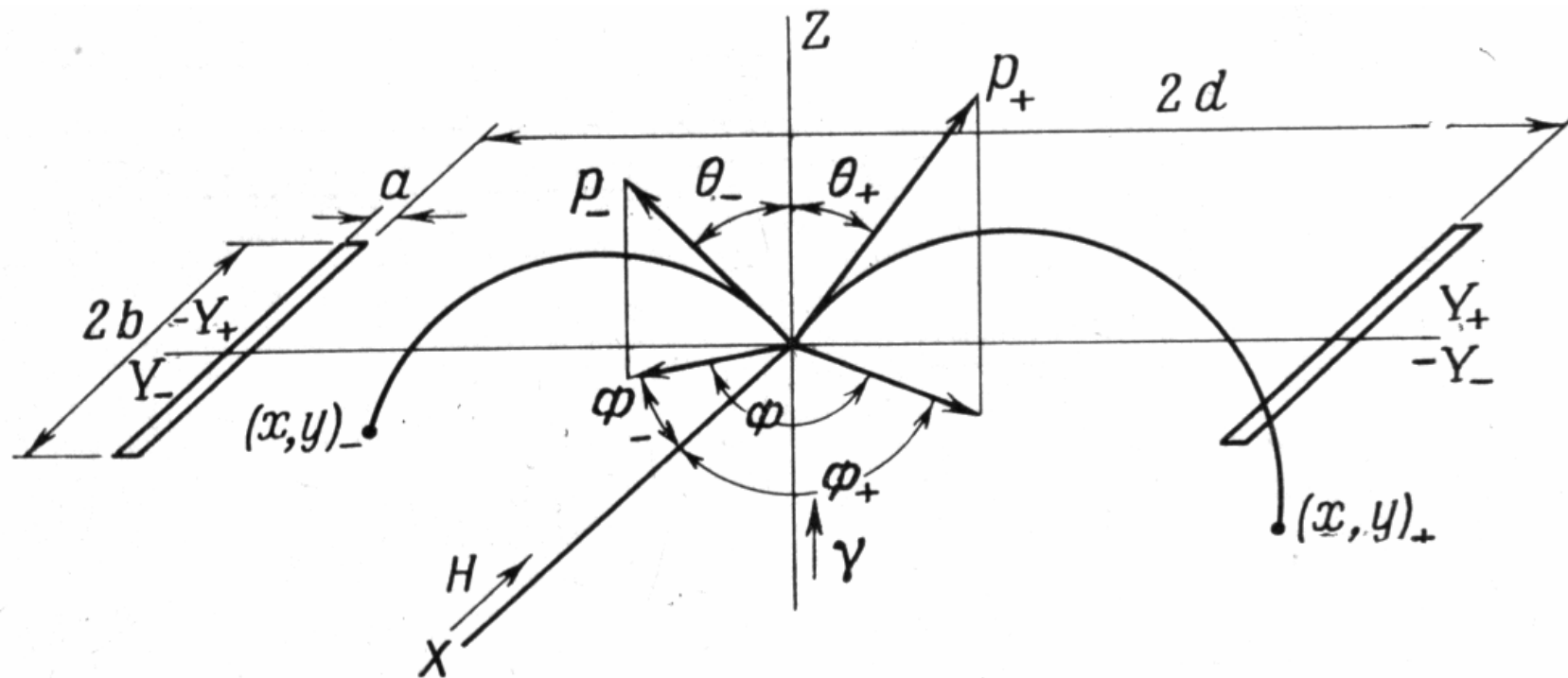
Б.С. Ратнер, ЯФ 21,1147,1975

Метод ослабления для измерений сечений
взаимодействия фотонов с ядрами
(предложен Л.Е. Лазаревой в 1956 г.)



1-коллиматоры, 2-мониторы, 3-поглотитель, 4-спектрометр

Одноканальный парный магнитный спектрометр, геометрия спектрометра



В 1963 г был создан 9 – канальный магнитный парный спектрометр со светосилой в 10 раз больше

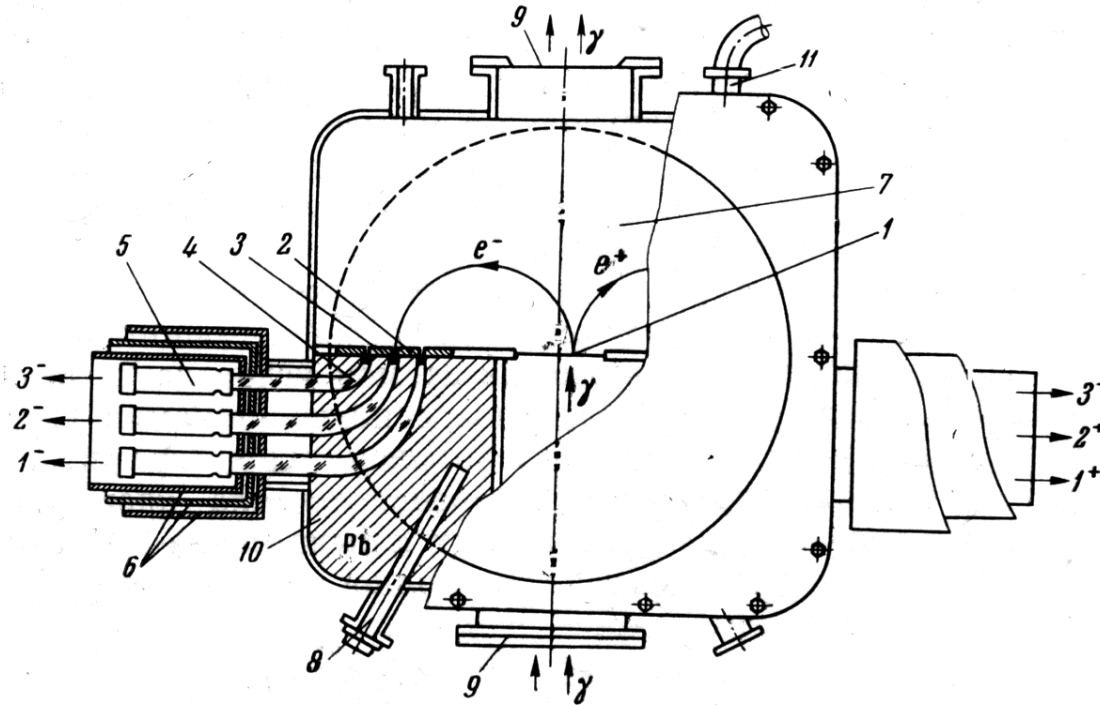
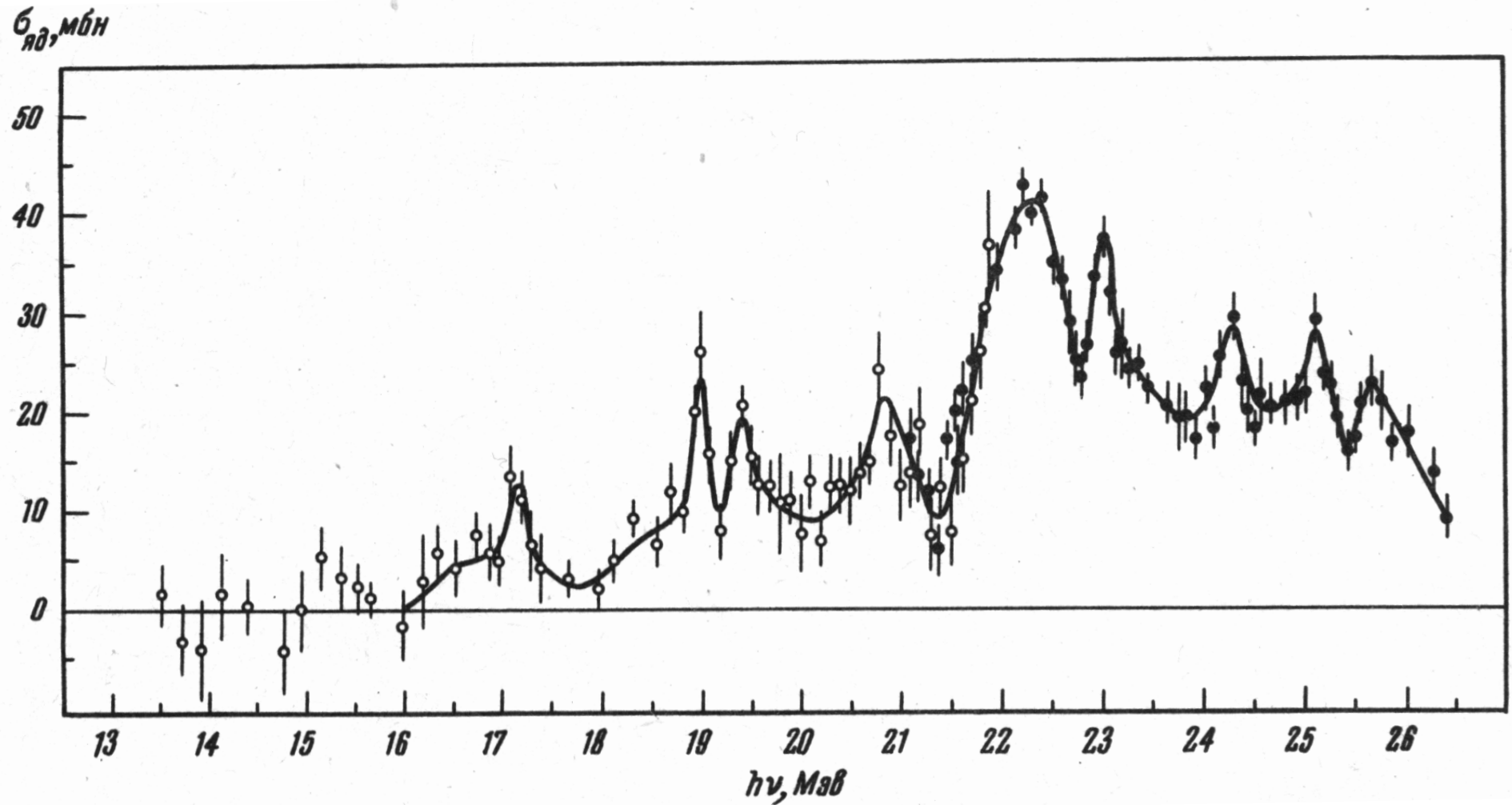


Рис. 1. Камера спектрометра: 1 — радиатор; 2 — система щелей; 3 — сцинтилляторы; 4 — световоды; 5 — умножители ФЭУ-36; 6 — трехслойная магнитная защита; 7 — область однородного магнитного поля; 8 — датчик поля (стабилизация методом ядерного протонного резонанса); 9 — входное и выходное окна камеры; 10 — свинцовая защита; 11 — патрубок откачки

Сечения поглощения фотонов легкими ядрами. 'Тонкая' структура сечений.

- Измерения и анализ проводились в 1958-68гг на синхротроне С-3, позднее для повышения точности – на С-25.
- Получены сечения ядер ^{12}C , ^{16}O (с наилучшим разрешением $\sim 0.5\%$ при 20 МэВ), ^{19}F , ^{24}Mg , ^{27}Al , ^{40}Ca , ^9Be , ^{32}S , ^{55}Mn , ^{56}Fe .

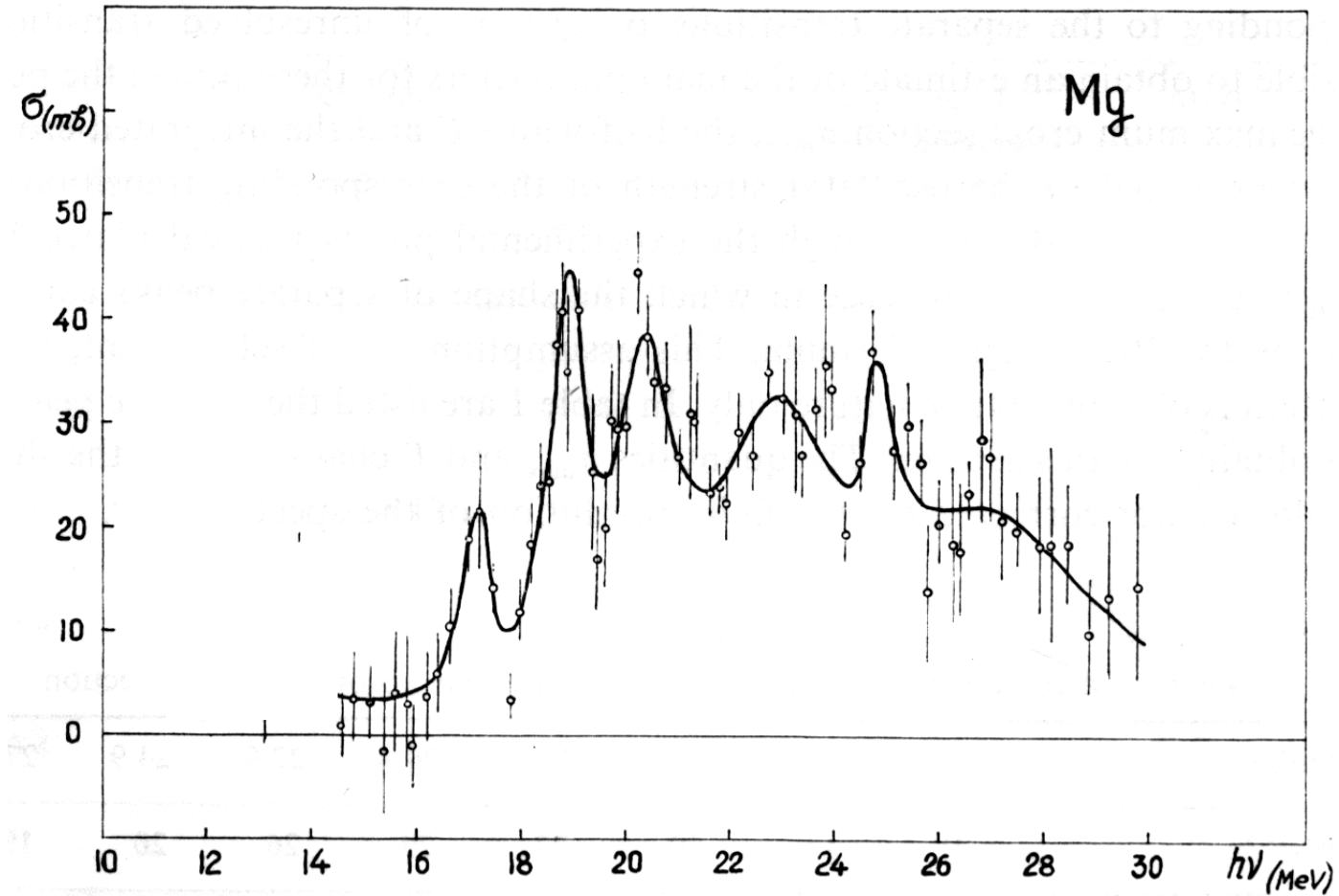
Сечение поглощения фотонов ядром ^{16}O в области
гигантского дипольного резонанса
(Письма в ЖЭТФ 1.47 1965)



**Энергетические уровни ядра O^{16} , возбуждаемые γ -квантами
в интервале энергией 16—26 Мэв**

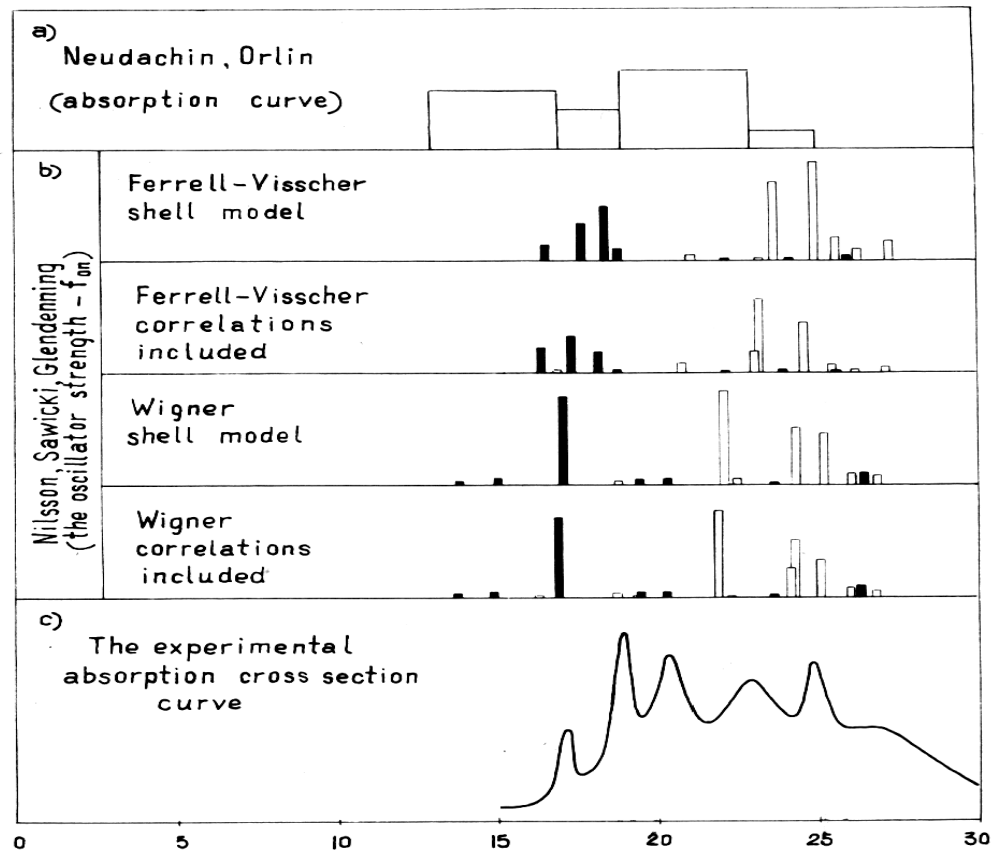
Сечение поглощения	Сечение (p, γ_0) -реакции [38]	Спектр нейтронов [39]	Спектр протонов [40]	Сечение (γ, n) -реакции [74]
	16,2			16,0
	17,1	17,1		
17,2			17,3	17,1
	17,3	17,25		
19,0	19,1	19,0	19,0	19,0
19,4	19,5	19,4	19,6	19,3
20,9	21,0	20,9	20,6	20,8
		(21,6)		(21,8)
22,3	22,3	22,3	22,3	22,1
23,1	23,1	23,1	23,1	23,1
24,3	24,4	24,3	24,3	24,3
25,2	25,1	25,0		25,0
		25,4		
25,8				26,2

Сечение поглощения фотонов ядром ^{24}Mg

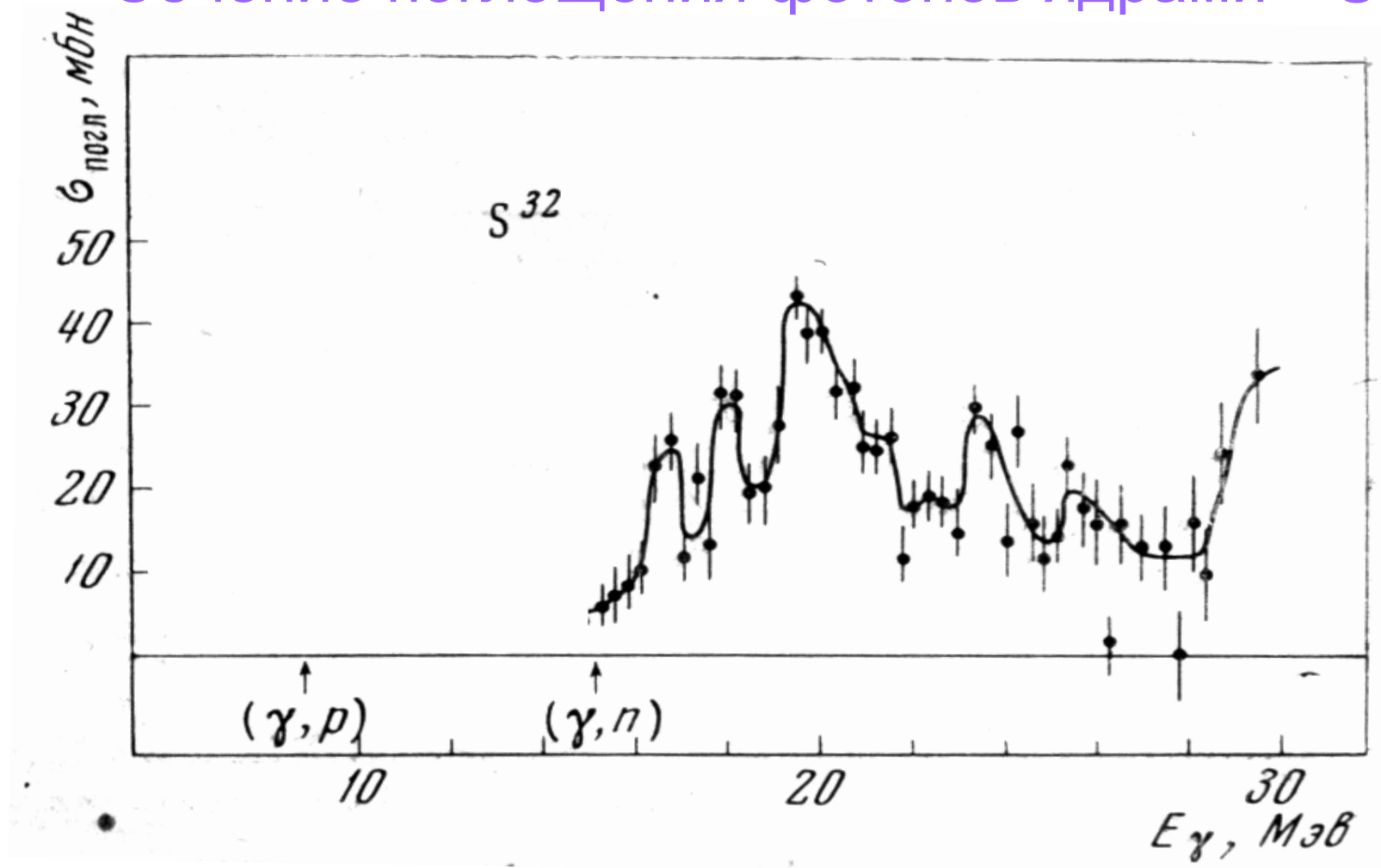


Nucl Phys.72, 137, 1965

Сравнение сечения поглощения фотонов ядром ^{24}Mg с теоретическими расчетами

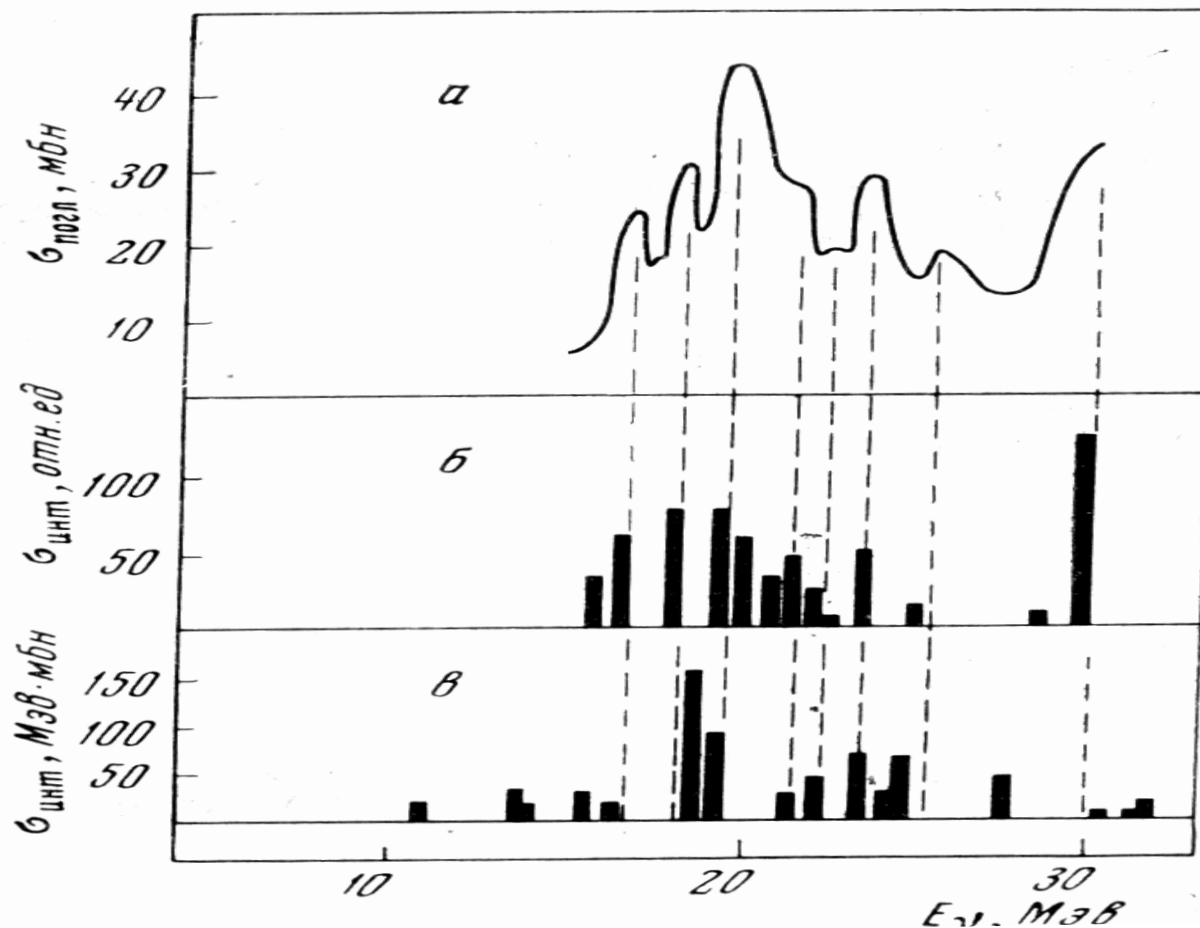


Сечение поглощения фотонов ядрами ^{32}S



ЯФ 8,1080,1968

Сравнение сечения поглощения ядром ^{32}S с теоретическими расчетами



б – Phys.Rev. 164,1397,1964. *в* – Nucl. Phys.A93,232,1967

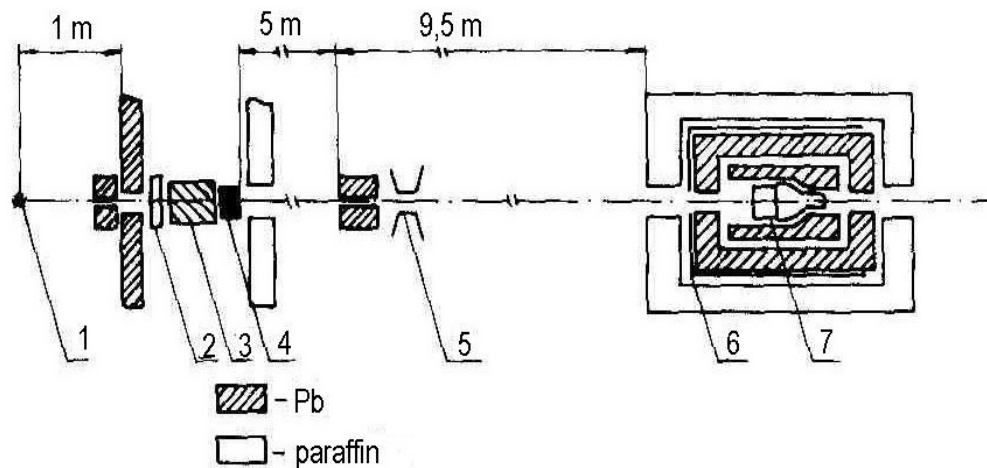
Параметры гигантского резонанса S^{32} по данным различных работ

Поглощение			(γ, n)							(γ, p ₀)
Настоящая работа		E_i , Мэв [3]	E_i , Мэв				$\sigma_{\text{ИНТ}}$ [6]		E_i , Мэв [12]	
E_i , Мэв	$\sigma_{\text{ИНТ}}$ Мэв·мбн		[5]	[13]	[14]	[6]	Мэв·мбн	%		
<15	75	17								15,2 15,6 16,0
16,7 (17,5)	20 10	5 2	16,0	15,8 16,8 17,6	16,0 17,5	15,7 16,8 17,9	16,0 16,8 17,5	0,3 6,4 6,1	0,5 11 12	16,8 17,6
18,1	25	6		18,2 18,9 19,3	18,25	18,8	19,0	4,1	7	18,1 18,8
19,6	145	34	19,7	19,6 19,9 20,6	19,75 21,25	19,7 20,5	19,6 20,5	9,5 3,3	15 5,5	19,6 20,4
21,6	20	5		21,7			21,5	9,5	15	22,0
22,4	20	5			22,75		23	5,2	9	
23,5 25,4	35 30	8 7		23,6 25,4			27	15	25	
30	45	11		30,3						

Примечание. E_i — положение резонанса; $\sigma_{\text{ИНТ}}$ — интегральное сечение.

Сечения поглощения фотонов тяжелыми ядрами.

Experimental setup



1 - synchrotron target; 2 - ion chamber; 3 - aluminium beam hardener;
4 - sample; 5 - cleaning magnet; 6 - cadmium shield; 7 - NaI spectrometer.

Основные параметры эксперимента:

- Синхротрон С-3.
- Макс. энергия – 30 МэВ
- Растяжка пучка – 5%
- Спектрометр:
- Кристалл NaI(Tl)
- Размер: диаметр 150 мм
высота 120 мм
- Разрешение:
- при энергии 25 МэВ – 8 %
- Эффективность – 95 %

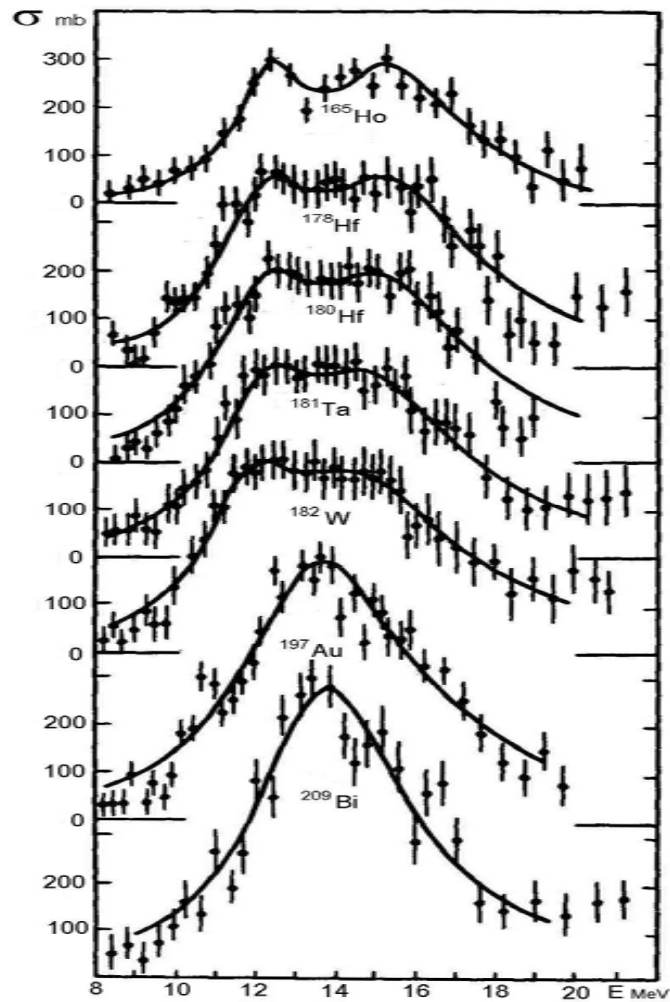


Рис. 2. Полные сечения поглощения гамма-квантов ядрами в диапазоне $165 < A < 209$.

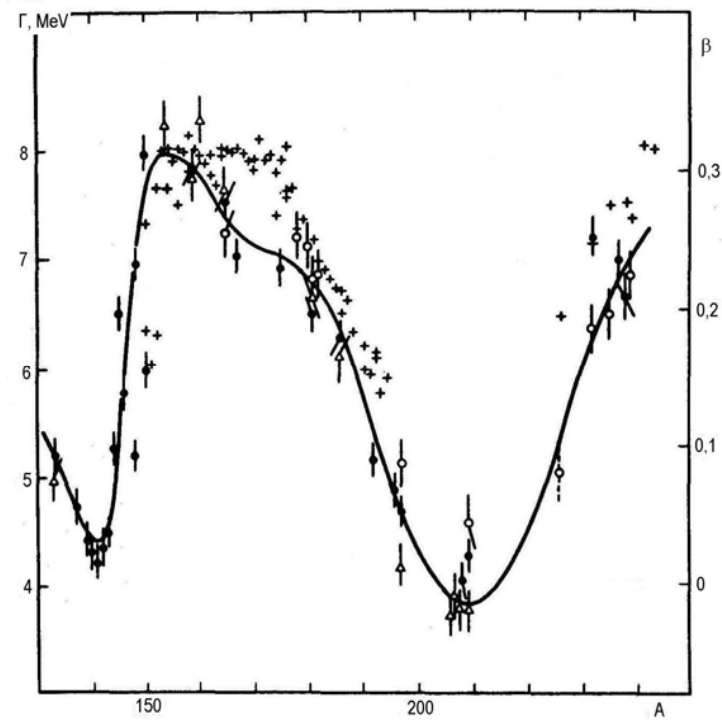
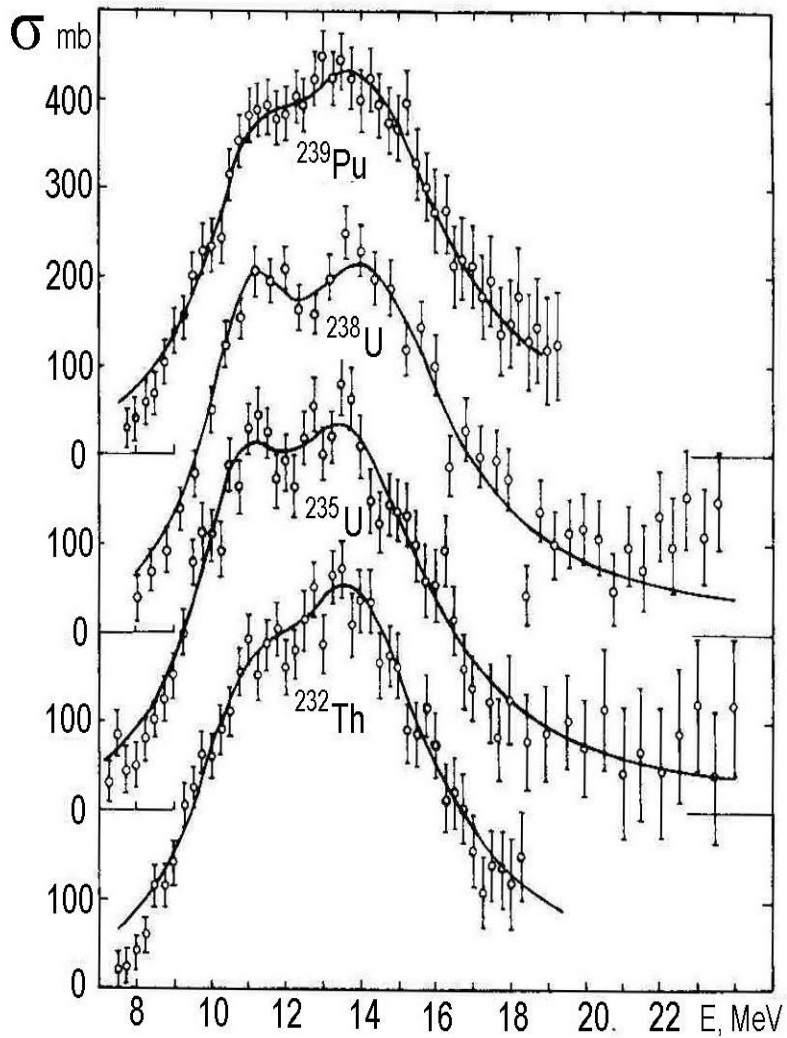


Рис. 3. Расхождение в поведении ширины гигантского резонанса Γ и параметра ядерной деформации β ($\beta = (E_2 - E_1)/A^{1/3}$) вблизи заполнения нейтронной подоболочки $N=108$. (ссылка)



- Эффект быстрого изменения деформации ядер и, соответственно, ширин ГР оказываются схожими для ядер с $N = 90$, и с $Z = 90$.
- Сохранение доли правила сумм ТРК, с $A: 0.88$ с погрешностью 0.10 .
- Рис.4 .Влияние «переходных» эффектов, наблюдаемых на ядрах с количеством протонов вблизи магического числа 90, на характер ГДР.
- (Nucl.Phys.A273,326,1976)

ЯДЕРНАЯ ФИЗИКА
JOURNAL OF NUCLEAR PHYSICS

т. 30, вып. 4(10), 1979

СЕЧЕНИЯ ФОТОДЕЛЕНИЯ ЯДЕР ^{241}Am И ^{243}Am В ОБЛАСТИ E_1 ГИГАНТСКОГО РЕЗОНАНСА

И. С. КОРЕЦКАЯ, В. Л. КУЗНЕЦОВ, Л. Е. ЛАЗАРЕВА, В. Г. НЕДЕРЕЗОВ, Н. В. НИКИТИНА

ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ АН СССР

(Поступила, в редакцию 16 марта 1979 г.)

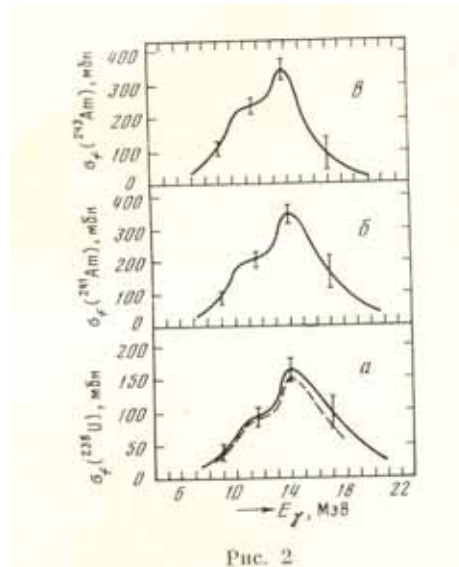
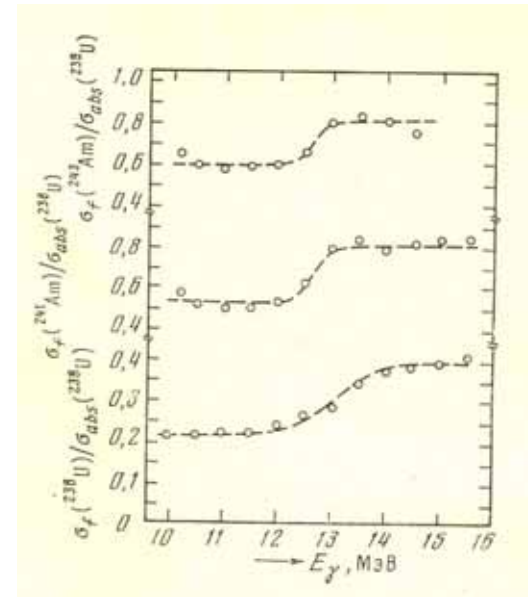


Рис. 2
Сечения

^{243}Am

^{241}Am

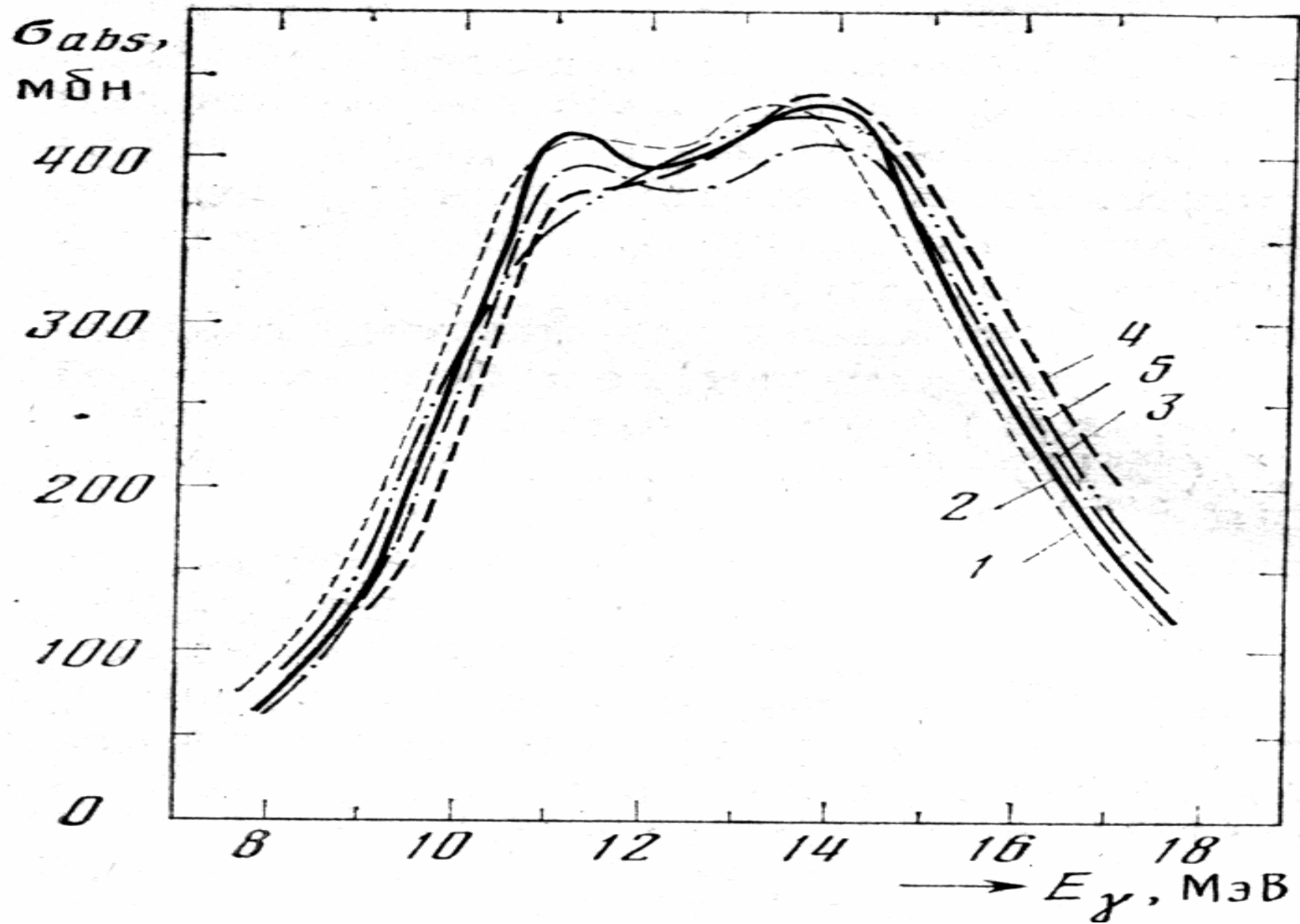
^{238}U



Делительные ширины

На синхротроне С-3.5 впервые измерены сечения фотоделения ядер ^{241}Am и ^{243}Am в области гигантского дипольного резонанса и определены нейтронные и делительные ширины для указанных ядер.

Получены данные о структуре двухгорбого барьера деления ядер.



1- ^{235}U , 2,3- ^{238}U , 4- ^{237}Np , 5- ^{239}Pu

Синхротрон С-3, запущенный в начале 1948 г., работал после ряда модернизаций (замена магнита, вакуумной камеры и т.п.) около 50 лет

- Синхротрон С-3 был более 40 лет основным ускорителем для фотоядерных исследований в области дипольного гигантского резонанса. Многие параметры этого универсального ядерного явления были впервые получены в Лаборатории Фотоядерных реакций, одной из частей Лаборатории В.И. Векслера, а ЛФЯР была заслуженно признана одной из ведущих в мире