

С345е

Б-399

Безногих Ю.Ф. и др.

Б2-9-7208.



ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

Б2-9-7208

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 1973

Б2-9-7208

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
Лаборатория высоких энергий

Ю.Д. БЕЗНОГИХ, Л.П. ЗИНОВЬЕВ, Е.М. КУЛАКОВА,  
В.А. МИХАЙЛОВ, Н.И. ПАВЛОВ, В.Н. ПЕРФЕЕВ,  
И.Н. СЕМЕНЮШКИН, С.В. ФЕДУКОВ, А.П. ЦАРЕНКОВ,  
К.В. ЧЕХЛОВ, В.И. ШЕВЫРЕНКОВ.

НЕКОТОРЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СИНХРОФАЗОТРОНА ОИЯИ  
(получены в январе - июне 1972 года).

с. ф. 3715

Бумага получена  
в библиотеке ОИЯИ  
13.11.72

Объединенный институт  
ядерных исследований  
Библиотека

Дубна, 1972 г.

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящей работе приводятся некоторые характеристики синхротрона ОИИ, измеренные в первой половине 1972 года. Систематическое исследование параметров ускорителя начато с целью выяснения причин потери пучка на первых 100 мсек ускорения. На первом этапе исследования измерены горизонтальные и вертикальные проекции орбит, размер рабочей области по радиусу, распределение по амплитудам радиальных колебаний, зависимость темпа потерь от вакуума, начато изучение поведения пучка с помощью однооборотной инжекции, выполнены геодезические измерения прогиба и просадки квадрантов ускорителя.

### I. Измерение радиальных и вертикальных проекций орбит.

Поскольку интенсивность ускоренного пучка связана с размером рабочей области ускорителя, а искажения орбит вызывают её сокращение /1/, прежде всего была проверена форма и величина искажения горизонтальных и вертикальных орбит. В настоящее время для этих измерений используется система сигнальных электродов /2/, что по сравнению с прежним методом /3/ существенно повышает оперативность и точность измерений. Последнее обстоятельство позволило провести измерения на всех требуемых радиусах и в пределах индукций от 160 до 6000 гс.

Сигнальные электроды расположены на азимутах окон ускорителя № 4, 9, 15, 21, 28, 33, 40, 48 (рис. 1). В процессе измерений сигналы с датчиков поочередно подключаются через электронный коммутатор к регистрирующему устройству - осциллографу с запоминающей трубкой. Каждый датчик подключается на 10 мсек, весь цикл измерений длится 208 мсек.

А.Измерения при индукции  $B = 160$  гс (  $t = 2,5$  мсек после включения высокой частоты).

Наиболее существенно сокращают рабочую область искажения орбит на малых индукциях, поэтому большинство измерений сделано при  $t = 2,5$  мсек после включения высокой частоты. На рис. 2 и 3 приведены радиальные и вертикальные проекции орбит, измеренные в феврале-марте 1972 г. Здесь по оси абсцисс отложен азимут ускорителя  $\varphi$  и указаны номера окон, по оси ординат - расстояние от центрального радиуса ускорителя  $\rho = R - R_0$  (рис. 2) или от геометрической медианной плоскости -  $Z$  (рис. 3). Режим системы коррекции азимутальной асимметрии ( т.н.КАА /4/) был настроен на максимум интенсивности ( в данном случае  $7 \cdot 10^{10}$ ). Токи систем коррекции  $Z$  - плоскости ( т.н.системы " $Z$  - статика" и " $Z$  - динамика" /4/, в первой из которых ток постоянен во времени, во второй нарастает от 0 до максимального значения за  $\sim 100$  мсек подобраны также оптимальными. Коррекция  $Z$  - плоскости производится проводниками, расположенными на прямолинейных участках ускорителя. Они скоммутированы так, что создают горизонтальную составляющую магнитного поля. На каждом участке проложено по 4 группы проводников с расстоянием между ними 25 см. Число проводников системы  $Z$  - коррекций и их расположение приведено в таблице I.

I прямолинейный участок (участок ввода)	II прямолинейный участок				III прямолинейный участок (участок вывода)				IV прямолинейный участок							
	+75	+25	-25	-75	+75	+25	-25	-75	+75	+25	-25	-75	+75	+25	-25	-75
ρ см	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
Число витков в системе Z-статика	10	10	10	10	2	10	10	10	14	20	20	20	20	10	25	30

I	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ЧИСЛО ВИТКОВ В СИСТЕМЕ "Z-дина- мика"	4	8	5	-10	-5	-10	-10	5	-23	-17	-10	-10	17	7	-7	1

Для системы "Z-динамика" знак "+" означает, что ток в проводниках направлен по направлению пучка, знак "-" - против. Все проводники одной группы соединены последовательно. Направление и величина тока для группы проводников одного радиуса в системе "Z-статика" могут изменяться автономно из зала управления 2-го корпуса.

Измерения в течение февраля-марта показали, что величина и характер искажения орбит практически не изменяются. Кроме того, было обнаружено, что пучок можно сместить наружу не более, чем на  $\rho = 40$  см, внутрь - 37 см. Вне этих пределов по  $\rho$  интенсивность резко падает.

Типичные для этого периода величины токов в системе "Z-статика" приведены в таблице II.

Таблица II.

$\rho$ провод- ники, см номер участка	+ 75	- 25	- 25	- 75
I (по ходу пучка)	3 а	0,8 а	0	0
II	-2 а	1 а	1,6 а	3 а
III	- 4,6 а	-2 а	0	4,1 а
IV	4,6 а	2 а	0	-1,8 а

Знак "-" означает, что ток в проводнике направлен против пучка, аналогично предыдущему. Ток в системе "Z - динамика" составлял  $\sim 5,1$  а. Режим радиальных корреляций : 1). система КАА

$$J_{\sin I} = -2,5 \text{ а}; J_{\sin II} = 2,5 \text{ а}; J_{\cos I} = 0; J_{\cos II} = 2,5 \text{ а};$$

2). токи торцевых обмоток  $3,6 \text{ а} / 4/$  ; 3). ток обмотки на I прямолинейном участке  $5 \text{ а} / 4/$ ; напряжение на инфлекторных пластинах :  $V_I = 64,26 \text{ кв}$ ,  $V_{II} = 55,1 \text{ кв}$ ,  $V_{III} = 55,5 \text{ кв}$ .

Для того, чтобы оценить исходные искажения магнитной медианной поверхности ускорителя в указанный период были сделаны измерения Z - орбит с отключенной коррекцией "Z - динамика" (система "Z - статика" влияет на орбиту  $\sim$  в 5 раз слабее). На рис. 4 приведены Z - орбиты в указанных условиях для  $\rho = 30$ ; II и  $-30$  см. Максимального искажения (13 см) Z - орбита достигает на наружном радиусе.

На рис. 5 приведены R - орбиты, характеризующие исходные искажения ускорителя при отключенных коррекциях КАА и торцевых обмотках на квадрантах  $/4/$ , которые также влияют на R - орбиту. (Осталась включенной лишь локальная обмотка на прямолинейном участке ввода). Величина искажения R - орбиты максимальна на крайних радиусах ускорителя.

Цикл измерений, проведенный в апреле 1972 г., показал, что при оптимальном режиме всех коррекций Z - орбиты, особенно на наружных радиусах резко изменились (см. рис. 6 и рис. 3). Величина искажения при  $\rho = 40$  см теперь составила  $\sim 8$  см (рис. 6) вместо  $\sim 2$  см (рис. 3). Характер R - орбит при этом практически не изменился. Для того, чтобы уменьшить искажения Z - орбит до прежних значений (рис. 7) потребовалось несколько уменьшить (на 30%) токи в проводниках системы "Z - статика", расположенных на  $\rho = 25$  и  $\rho = 75$  см при неизменных токах в

других проводниках. Максимальная интенсивность ( $\sim 10^{11}$ ) в данном случае была получена при ускорении пучка на  $\rho = -(10+15)$  см.

В таблице III приведен режим коррекции "Z-статика" от 7/IV-72 г., при котором величина искажения Z-орбиты на наружном радиусе не превышала 2,5 см ( $I_{Z\text{дин.}} = 5,1$  а).

Таблица III.

$\rho$ проводника, см номер участка	+ 75	+ 25	-25	- 75
I	-0,2 а	-1,2 а	0	0
II	-2,4 а	-1,2 а	1,6 а	3 а
III	-2,2 а	-3,2 а	0	4,1 а
IV	2,6 а	1,2 а	0	1,8 а

Суммарный ток в группах проводников на  $\rho = + 75$  и  $\rho = +25$  см стал <sup>14,2 а</sup> вместо 20,1 а в предыдущий период. Режим систем горизонтальных коррекций остался прежним.

В указанный период для сравнения были измерены Z-орбиты на наружном радиусе (рис.8) при выключенных и отключенных коррекциях. На рис.8<sup>с</sup> приведены Z и R-орбиты во всей рабочей области ускорителя при включенных и отключенных коррекциях "Z-статика".

В связи с заменой III прямолинейного участка, высота которого на  $\rho = 75$  см, в 1,5 раза больше прежней, число проводников коррекций "Z-динамика" на этом радиусе увеличено также в 1,5 раза, а для коррекции "Z-статика" проложено 2 витка вместо одного.

Цикл измерений орбит, выполненный в мае 1972 г., показал, что вертикальные орбиты снова изменились (рис.9). Вертикальные орбиты теперь оказались в фазе с исходными искажениями ускорителя. На рис.9а приведены  $Z$  - орбиты с включенной и отключенной  $Z$  - коррекцией. При сравнении рис.8а и 9а видно насколько возросли искажения  $Z$  - орбит при отключенной коррекции "  $Z$  - статика" (величина тока в системе "  $Z$  - динамика" осталась неизменной). Прошедшее изменение орбит было скорректировано увеличением токов в проводниках "  $Z$  - статика" на  $\rho = 25$  и  $\rho = 75$  см. Суммарная величина токов в них вернулась к значению в феврале - марте.

Токи системы коррекции "  $Z$  - статика" в мае 1972 г. приведены в таблице IV.

номер промежуток	Радиус $\rho$ проводников, см			
	+ 75	+ 25	- 25	- 75
I	I а	- 0,8 а	0	0
II	0	3,4 а	I,6 а	3 а
III	-4,4 а	- 3,7 а	0	4 а
IV	3,4 а	2,7 а	0	- I,5а

Величины токов в системах горизонтальных коррекций остались без изменений.

Проверено, что установка основного магнита медленного вывода не изменила орбит.

Б. Измерения орбит во времени до  $t = 101$  мсек.

В апреле этого года была измерена динамика  $Z$  - и  $R$  - орбит во времени до 101 мсек. В момент  $t = 21,5$  мсек искажения



$Z$  - орбит достигают минимума, затем амплитуда орбит, фаза которых теперь совпадает с их фазой без коррекций, медленно нарастает во времени. При  $t = 101$  мсек отключение коррекции " $Z$  - статика" не изменяет вертикальную орбиту. Однако влияние коррекции " $Z$  - динамика" еще велико; искажение орбиты 3 см вместо 10 см с отключенной " $Z$  - динамикой". Величина искажения  $R$  - орбит от 2,5 до 101 мсек изменяется мало.

### В. Форма орбит при индукции 6000 гс.

На рис. 10 приведены  $R$  - орбита (кривая 1) и две  $Z$  - орбиты (кривые 2 и 3), измеренные при  $B = 6$  кгс и  $\dot{B} = 4$  кгс/сек. Нужно отметить, что характер искажения радиальной орбиты сохраняется на всех индукциях: положительный наклон в районе инжектора и отрицательный в II и III квадрантах. Амплитуда искажения  $Z$  - орбиты, также как и на малых индукциях возрастает с радиусом и достигает  $A_{\max} = 12$  см на  $\rho = 35$  см. На рис. 11 приведены аналогичные кривые для режима "стола тока" в системе питания основного магнита ( $B = 6$  кгс,  $\dot{B} = 0$ ).

### II. Измерение радиального размера пучка в начальной стадии ускорения и предельные радиусы захвата в синхронный режим.

Измерения радиального размера пучка производились с помощью электрической мишени, расположенной в IY квадранте ускорителя на внутреннем радиусе (окно № 89). Размер насадки мишени  $506 \text{ см}^2$  при толщине по пучку 3 мм.

Перед началом измерений пучок был выставлен на центральный радиус ускорителя. С помощью системы сигнальных электродов /3/ контролировалось его положение по радиусу до  $t = 20$  мсек.

Измерения производились в следующей последовательности : мишень вводилась на определенный радиус и измерялась интенсивность ускоренного пучка в момент времени  $t \approx 20$  мсек. Нужно отметить, что мишень находилась в камере ускорителя и в течение времени инжекции. На рис. I2а и I2б приведена зависимость числа частиц, ускоренных до 20 мсек, в зависимости от положения мишени по радиусу при амплитуде ускоряющего напряжения  $V = 11,2$  и  $V = 18$  кв. Здесь по оси абсцисс отложено расстояние  $\rho$  от центрального радиуса ускорителя по оси ординат - число частиц. Среднеквадратичная ошибка измерений  $\pm 13\%$ . При снижении  $V$  ширина пучка уменьшилась на  $\sim 5$  см. На рис. I3 приведено распределение  $\Phi(A)$  частиц по амплитудам  $A$  радиальных колебаний (свободных и радиальной - фазовых), полученная путем дифференцирования по  $\rho$  кривой I2 а <sup>/5/</sup>. Из этого распределения видно, что пучок имеет набор амплитуд  $A$  от 20 до 50 см, частиц с  $A < 20$  см нет.

С целью проверки влияния на вышеуказанные результаты параметров инжектируемого пучка он был заколлимирован следующим образом: первая вертикальная щель шириной 4 мм была поставлена перед входом в первую пару инфлекторных пластин, вторая шириной 2 мм - перед входом в 3-ю пару. Таким образом, горизонтальный угловой раcтвор инжектируемого пучка составлял  $\pm 0,6$  мрад.

Как и в предыдущем случае минимальная амплитуда радиальных колебаний составляла  $\sim 19$  см.

С целью проверки калибровки системы сигнальных электродов центр пучка при данных измерениях смещался на разные радиусы. Смещение внутреннего края пучка ( $\psi = 0$ ), непосредственно определяемое мишенью, совпадало с величиной смещения его центра.

С целью определения рабочей апертуры камеры ускорителя

производился захват в синхронный режим на разных радиусах. Это делалось изменением момента включения и величины ускоряющей частоты. Эти измерения показали, что предельными радиусами захвата являются  $\rho = \pm 45$  см, т.е. ускорение пучка нельзя начать на расстоянии меньшем  $\sim 18$  см от инжектора. Этот результат подтверждает отсутствие в пучке частиц с малыми амплитудами колебаний.

В настоящее время для синхрофазотрона оптимальным радиусом захвата в синхротронный режим является  $\rho = -(15+20)$  см. Захват пучка на  $\rho_0$  приводит к снижению интенсивности по сравнению с предыдущим случаем в  $(1,3 + 2)$  раза.

### III. Зависимость интенсивности ускоренного пучка от вакуума.

Данный эксперимент проводился в следующем порядке.

1. Вакуум ухудшался с помощью натекателя на участке вывода (рис. I).

2. Распределение вакуума в кольце ускорителя измерялось на азимутах окон № № 62, 64, 65, 68, 70, 73, 75, 78, 79, 81, 83 II и III квадрантов и во всех прямолинейных промежутках (рис. I).

3. Для фиксированного распределения вакуума измерялась интенсивность в квазибетатронном режиме с помощью бетатронной мишени и на первых 100 мсек ускорения.

4. Давление в камере снова увеличивалось и цикл измерений повторялся.

Исходное вредное давление в камере  $\bar{p}_0 = 1,85 \cdot 10^{-6}$  мм рт.ст. По измеренным распределениям давления во II и III квадрантах (рис. I а) были найдены средние величины давления в камере по формуле:

$$\bar{p} = \frac{1}{2\pi} \int_0^{2\pi} p(\varphi) \cdot d\varphi$$

На рис.15 представлена зависимость интенсивности  $J$  на 100 мсек от начала ускорения от  $\bar{p}$ .

Здесь по оси абсцисс -  $\bar{p}$  в мм рт.ст., по оси ординат - отношение  $J(\bar{p})/J(p_0)$ , где  $J(p_0) = 6 \cdot 10^{10}$  - интенсивность на 100 мсек при исходном давлении. При увеличении  $\bar{p}$  от  $1.85 \cdot 10^{-6}$  до  $\bar{p} = 1.55 \cdot 10^{-5}$  мм рт.ст. потери возрастают в 14 раз.

Эти результаты хорошо согласуются с результатами измерений 1965 г. Там потери возрастают также в 14 + 15 раз.

Кривые потерь частиц во времени для разных значений  $\bar{p}$  представлены на рис.16. Как видно из рис.16, влияние вакуума на потери частиц на первых миллисекундах в данном диапазоне давлений мало.

#### IV. "Короткая" инжекция.

Для исследования бетатронного режима в ускорителях с многооборотной инжекцией используется "короткая" инжекция<sup>/6/</sup>, длительность меньше оборота.

Короткая инжекция длительностью 2, 5, 10, 25, 50, 100 мсек осуществляется на синхрофазотроне ОИЯИ путем формирования переднего и заднего фронтов импульса инжектируемого тока. Передний фронт импульса короткой инжекции формируется сбросом напряжения со специальных пластин, расположенных на выходе линейного ускорителя. Длительность фронта 0,4 мсек. Задний фронт формируется сбросом напряжения с одной из инфлекторных пластин.

В процессе работы с короткой инжекцией выяснилось, что сброс напряжения с инфлекторных пластин создает наводки на сигнальных электродах измерения орбиты, сравнимые по величине с полезным сигналом. Поэтому инжекция, длительностью меньше 5 мсек была осуществлена следующим образом: передний фронт формировался вышеописанным способом и пучок коллимировался вертикальной

целью шириной 2 мм на выходе из инфлекторных пластин. Поскольку при формировании переднего фронта пучок перемещался по горизонтали (как бы "линейная развертка"), моментом начала инъекции можно было настроиться на короткий пучок, проходящий указанным образом через щель. В результате по сигнальным электродам можно было наблюдать картину сворачивания пучка по радиусу. Введение с внутреннего радиуса электрической мишени, которая служила перехватчиком, показало отсутствие циркуляции пучка в области от  $\rho = +40$  до  $\rho = +63$  см (положение инфлекторных пластин), что подтверждает факт отсутствия малых амплитуд радиальных колебаний в пучке.

Измерения с короткой инъекцией показали также, что потери пучка на первом обороте составляют  $\sim 50\%$ .

#### У. Геодезические измерения.

Данные измерения выполнены с целью определения деформации фундамента, магнита.

Изменение деформаций фундамента могут быть вызваны установкой бетонной защиты около ускорителя<sup>/8/</sup>, монтажом и демонтажом каналов вторичных частиц и т.д.

Геодезические работы на синхрофазотроне ОИЯИ до 1972 г. проводились, в основном, по высотным реперам кольца фундамента магнита (рис. I). В таблице V даны результаты нивелировок магнита с 1961 по 1968 г.г. включительно. Здесь в колонке I даны номера реперов  $R_p$  кольца магнита, в колонках 2 + 9 - высота реперов  $h$  от уровня Балтийского моря в мм.

Эти данные показывают, что за указанный период не произошло заметного изменения положения фундамента.

Однако, нужно отметить, что указанные измерения проводились

относительно высоты репера, расположенного в зоне перемещений объекта, в данном случае магнита синхрофазотрона.

В апреле 1972 г. геодезические работы были проведены в камере синхрофазотрона. Целью работы было определение относительных высот различных точек дна камеры и средней геометрической плоскости ускорителя.

Нивелирование проводилось нивелиром НА-1. В качестве нивелирной рейки использовалась металлическая линейка, скрепленная с распорным металлическим цилиндром. Нивелир жестко крепился болтами к дну камеры. Нивелирная рейка ставилась на нержавеющей сталь дна камеры и жестко расширялась болтом между дном и верхом камеры. Точность геодезических измерений не менее  $\pm 1$  мм. Точность определения относительных высот зависела в основном: 1) от степени деформируемости дна камеры; 2) равенства расстояний от нивелира до нивелируемых точек; 3) вертикальности установки рейки; 4) точности снятия отсчета. В данном случае разность высотных отметок от смены положения нивелирной рейки в некоторых случаях доходила до 0,6 мм. В основном эта разность не превышала  $0,1 + 0,2$  мм. Отсчеты по нивелирной рейке снимались с точностью до 0,1 мм. Положение медианной поверхности камеры на  $\pm 80$  см приведено в таблице  $\bar{V}$ . За нулевую отметку принято 49 окно.

Из общего положения медианной поверхности видно, что в ней наблюдаются два локальных понижения в квадрантах, против которых расположены измерительные павильоны. По-видимому, это связано с взаимодействием павильонов с фундаментом магнита. Начало квадрантов по высоте тоже существенно отличается от середины квадрантов.

ТАБЛИЦА V

(  $R_p$  на магните синхрофазотрона )

	16.10.61	14.11.61	02.3.63	2.12.63	7.12.64	26.01.66	20.10.66	23.10.68
I	2	3	4	5	6	7	8	9
I	127.885	127.885	127.882	127.886	127.885	127.886	127.885	127.885
2	887	887	885	888	887	886	887	887
3	877	887	874	877	880	878	876	876
4	880	880	876	880	882	881	878	878
5	896	896	893	900	898	898	898	898
6	892	892	889	895	893	893	893	893
7	892	892	890	894	895	892	894	894
8	885	885	885	886	888	885	886	886
9	879	879	878	879	882	880	879	879
10	879	879	878	880	883	881	878	878
11	885	885	885	885	886	885	886	886
12	877	877	878	878	879	877	878	878
13	880	880	880	880	882	881	881	881
14	875	875	875	875	878	876	876	876
15	868	868	866	867	869	868	867	867
16	873	873	872	873	875	874	871	871
17	875	875	874	875	874	874	873	873
18	883	883	883	885	883	883	882	882
19	889	889	887	-	739	837	837	837
20	889	889	887	889	890	888	888	888
21	885	885	885	884	887	886	883	883
22	889	889	889	884	891	890	887	887
23	883	883	884	883	882	882	882	882
24	885	885	886	886	886	885	885	885

ТАБЛИЦА II

Ось окон	$Z_1$ ( мм )	$Z_2$ ( мм )
49 - I	0,0	-0,2
55 - 7	-12,4	-12,9
60-I2	-2,8	-3,4
61-I3	-6,9	-6,5
62-I4	-12,2	-12,6
64-I6	-20,4	-21,6
66-I8	-23,4	-25,1
72-24	-7,9	-8,6
73-25	-7,8	-7,6
76-28	-13,5	-14,1
80-32	-13	-12,8
84-36	-2,6	-2,6
88-40	-12,8	-3,3
92-44	-14	-15
94-46	-10,3	-10,7
96-48	-3,6	-3,7

$Z_1$  и  $Z_2$  - относительное положение медианной поверхности камеры, когда за нулевую отметку принят азимут 49 окна.



Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Рабинович М.С., Труды ФИАН, том X, 1958 г.
2. Г.Н.Конский, А.П.Царенков, В.А.Штирляев.  
Сообщения ОИЯИ, 9-5419, Дубна, 1970 г.
3. С.К.Есин, Л.П.Зиновьев, К.П.Мызников, В.П.Саранцев.  
Сообщения ОИЯИ, 555, 1960 г., Дубна.
4. Справочник по ускорителю ( в печати).
5. А.Б.Кузнецов, К.П.Мызников. Атомная энергия, 12, 373,  
1960 г.
6. Н. Вэик .Международная конференция по ускорителям,  
175, Вашингтон. 1961 г.
7. З.Л.Барабаш и др.Международная конференция по уско-  
рителям, 137, Дубна, 1963 г.
8. P.H. Standly .Международная конференция по  
ускорителям, 99, Дубна, 1963 г.

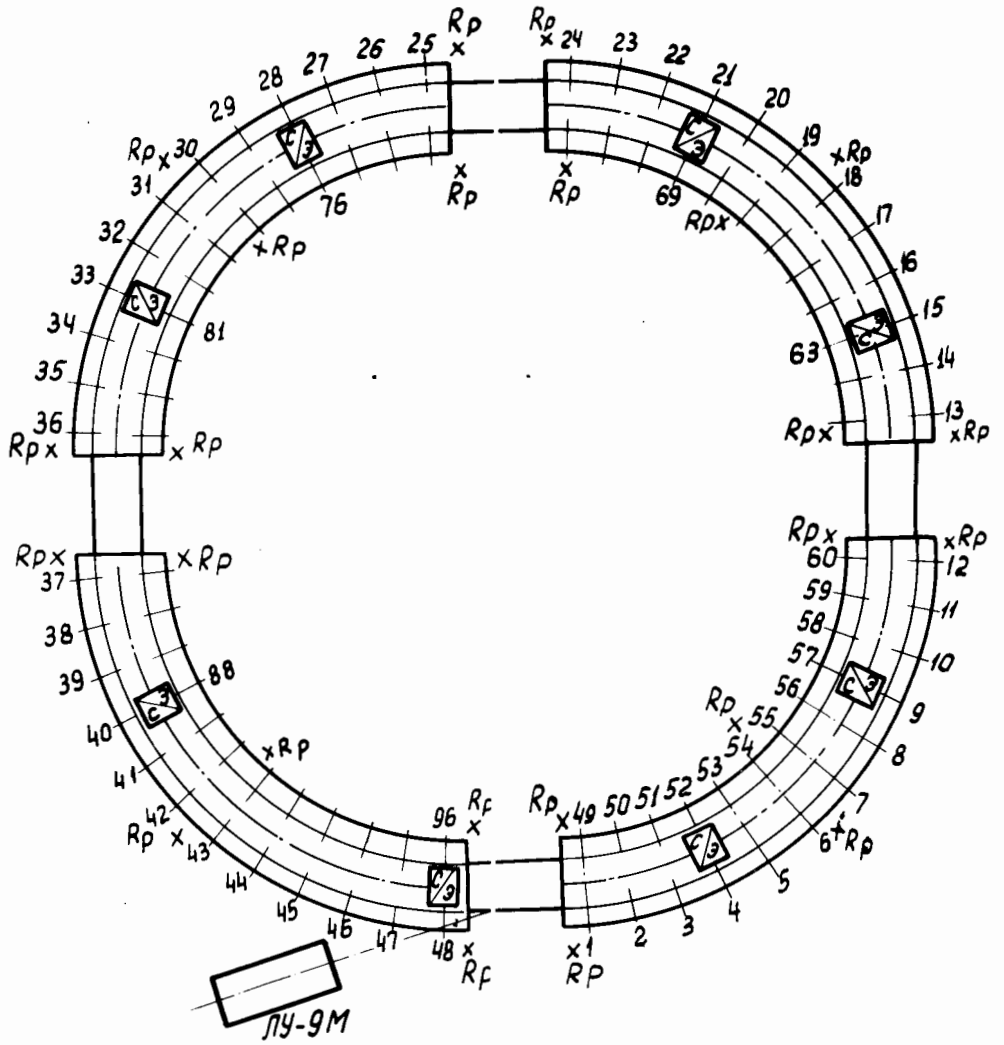


Рис. I. Расположение сигнальных электродов для измерения орбит пучка.  
 Положение реперов фундамента магнита  $R_p$ .

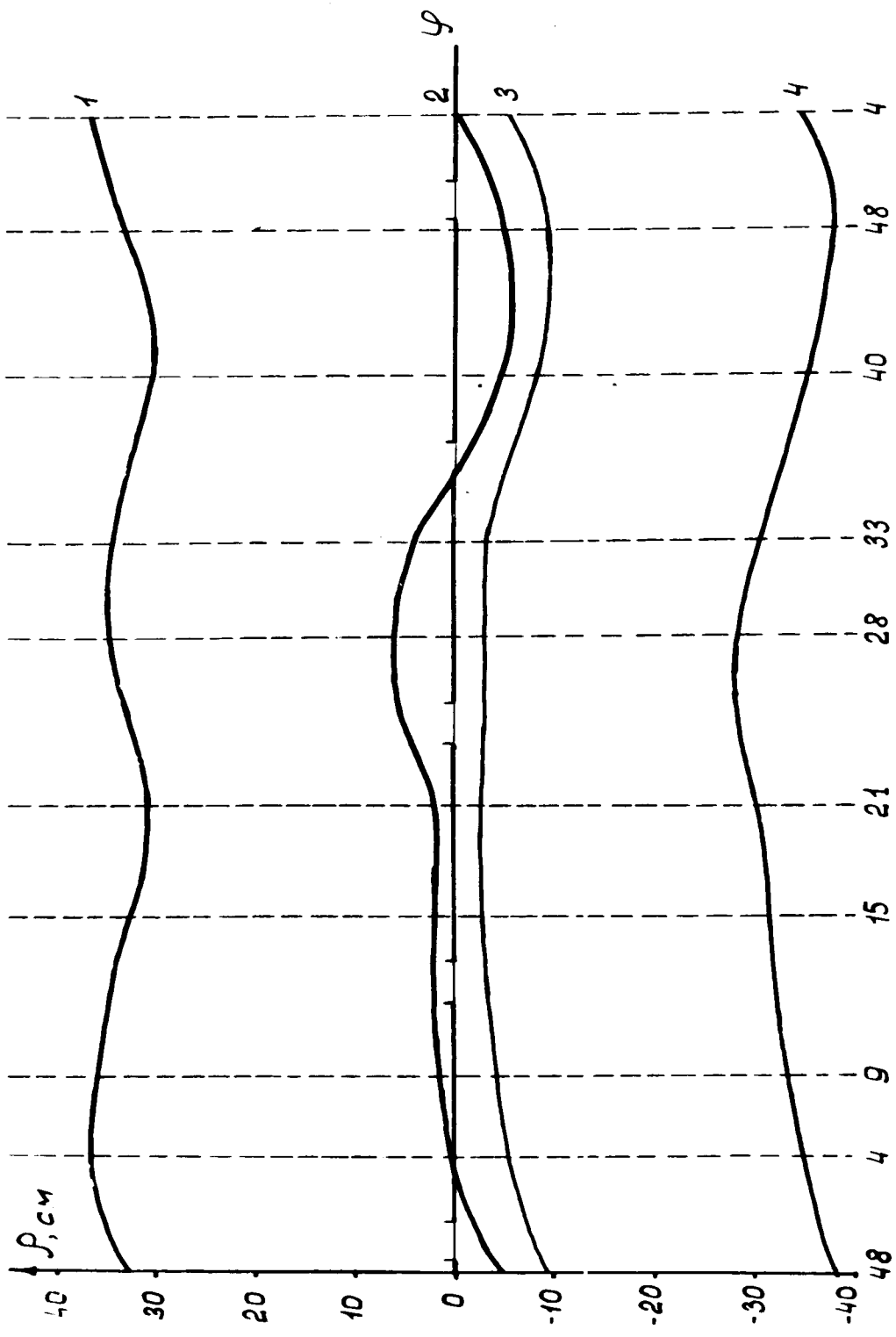


Рис.2. Горизонтальные проекции орбит, измеренные в феврале-марте 1972 г.

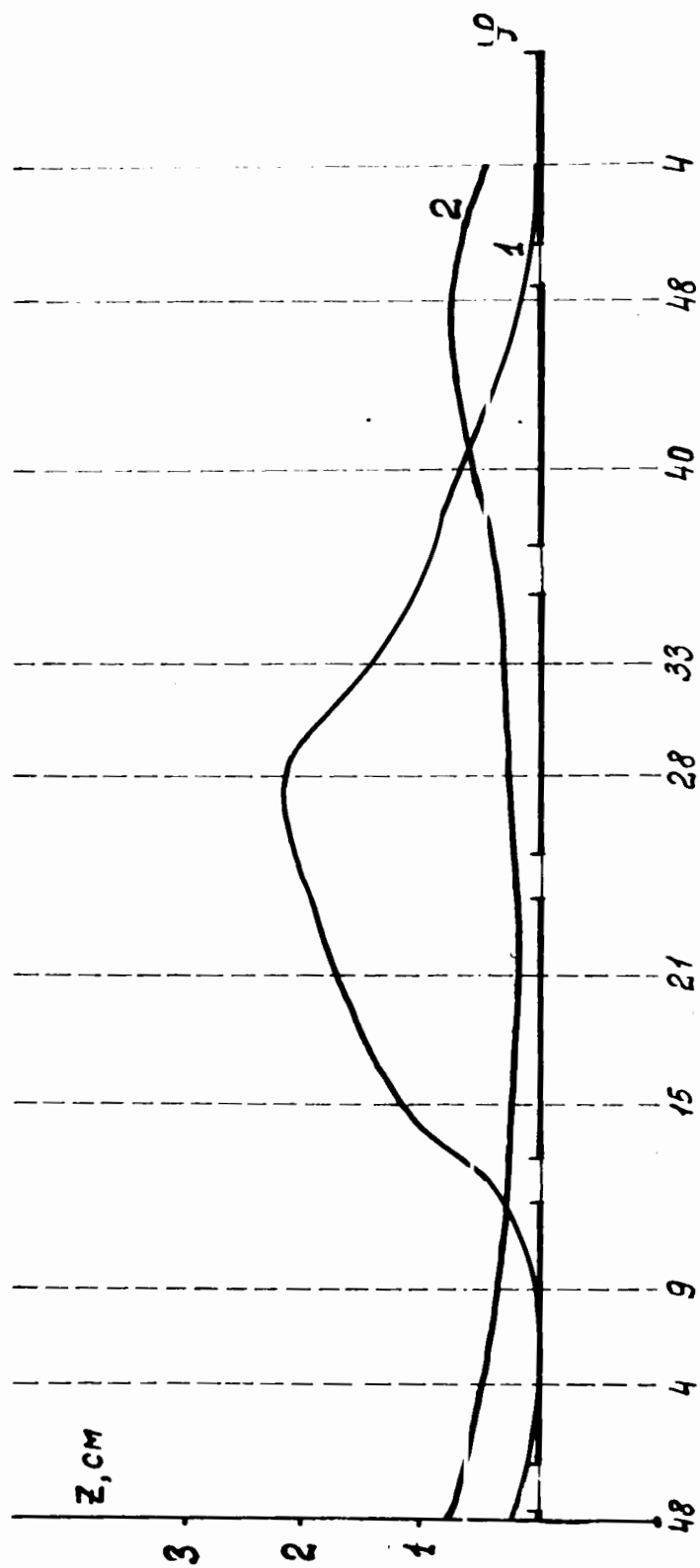


Рис. 3. Вертикальные проекции орбит, измеренные в феврале-марте 1972 г.  
 Кривая 1 для  $\rho = 30$  см, 2 -  $\rho = 0$ . Для  $\rho < 0$  искажения орбит малы.

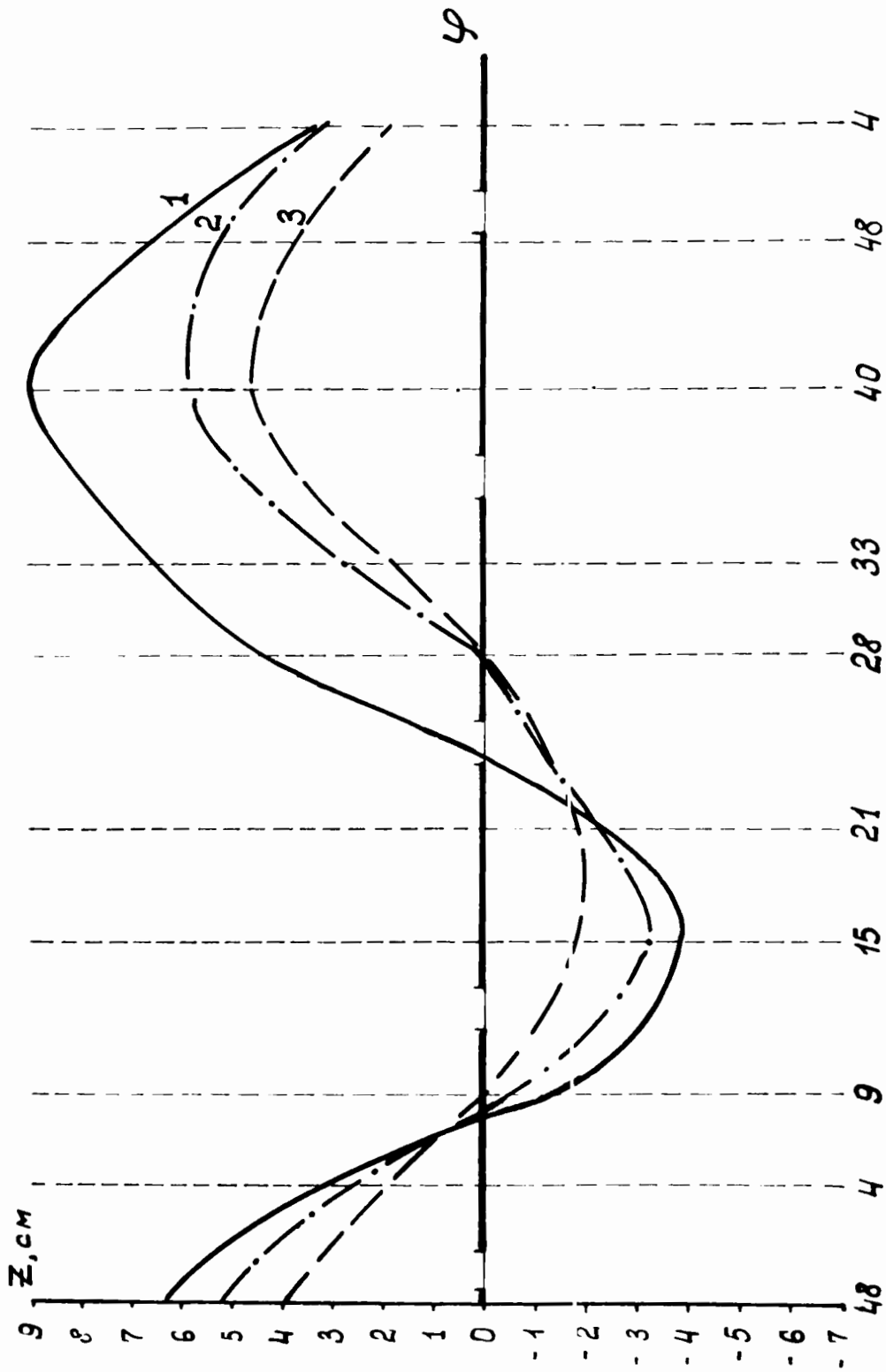


Рис. 4. Вертикальные проекции орбит (февраль-март 72г.) при отключённых коррекциях "Z-динамика на радиусах:  $\rho = 30\text{см}$  (1),  $\rho = 11\text{см}$  (2),  $\rho = -30\text{см}$  (3).

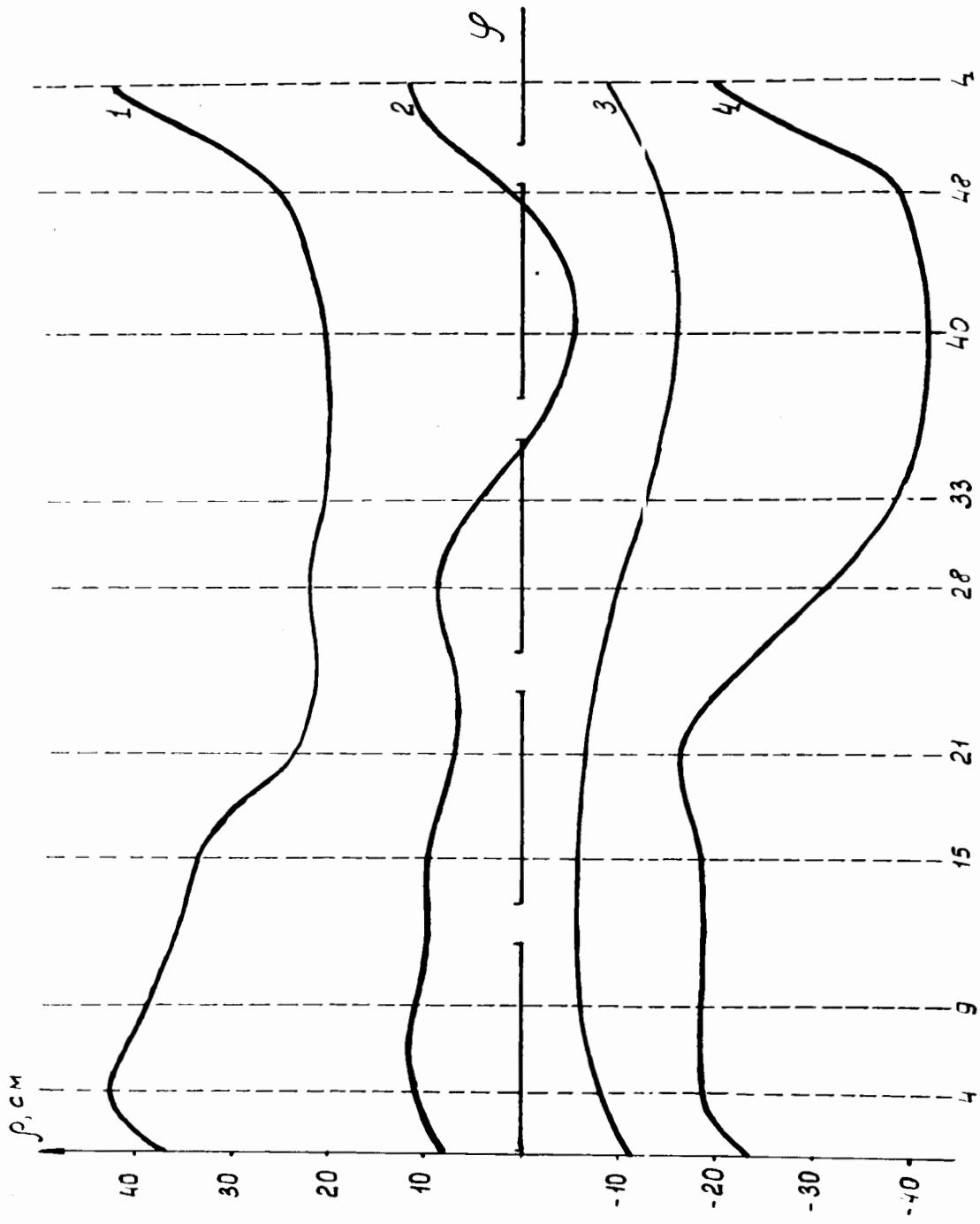


Рис. 5. Горизонтальные проекции орбит на разных радиусах (Февраль-март 72г.)  
 Горцевые обмотки коррекций и КАА всех квадрантов отключены.

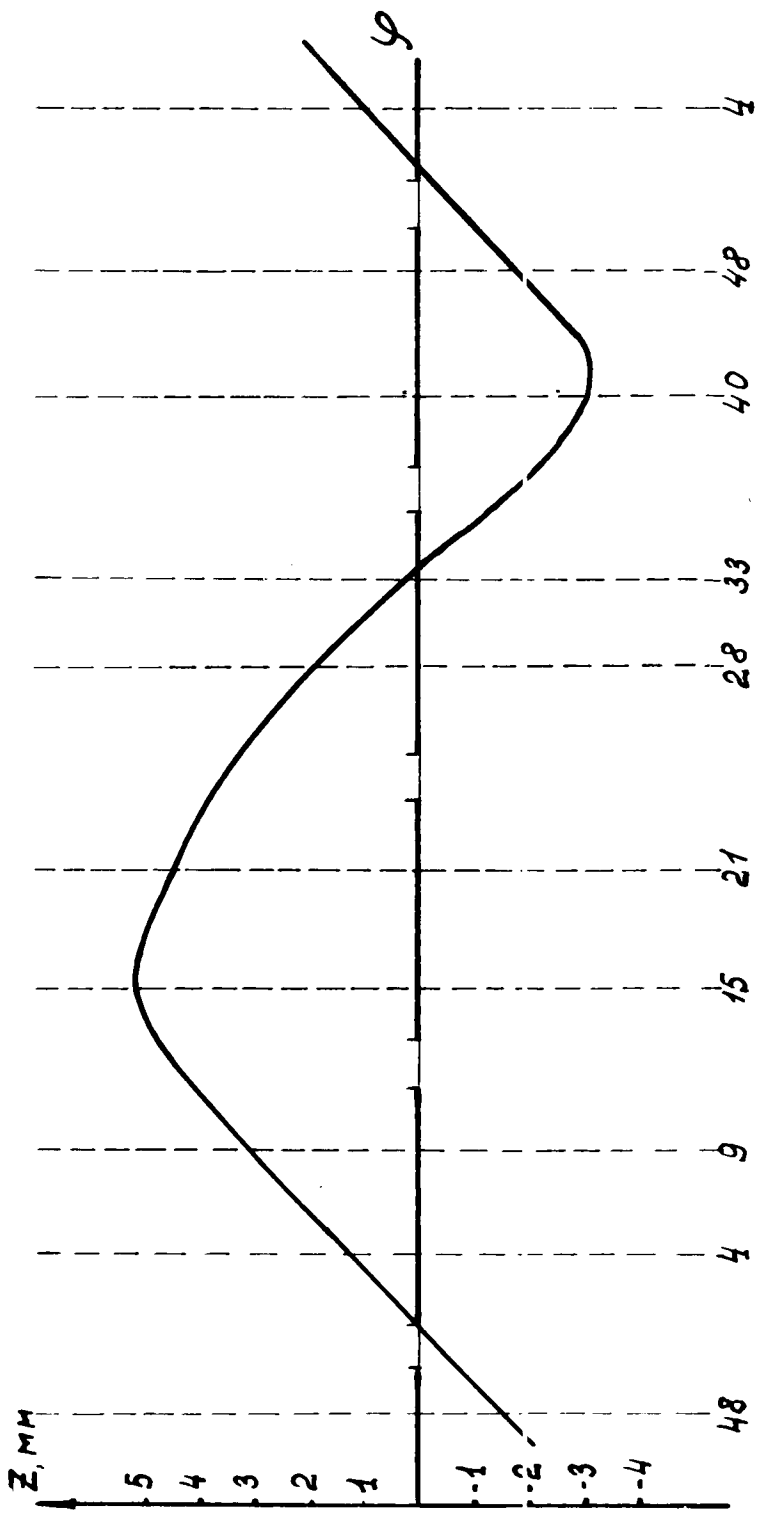


Рис. 6. Вертикальная проекция орбиты (апрель 1972г.), измеренная на  $\rho = 40\text{см}$  при значениях коррекций, установленных в марте 1972г.

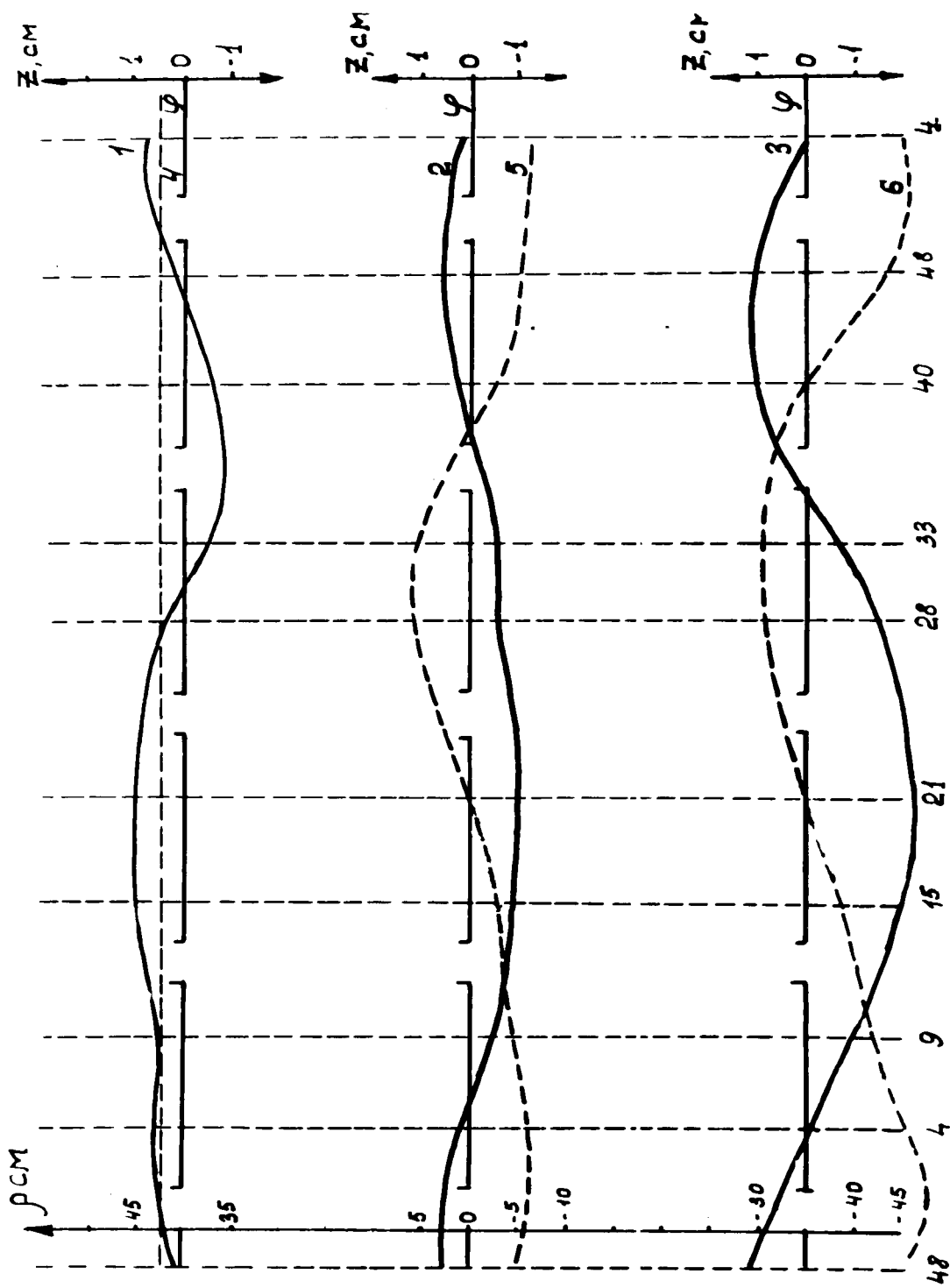


Рис. 7. Вертикальные (кривые 1, 2, 3) и горизонтальные (4, 5, 6) проекции орбит после коррекции (апрель 72г.).



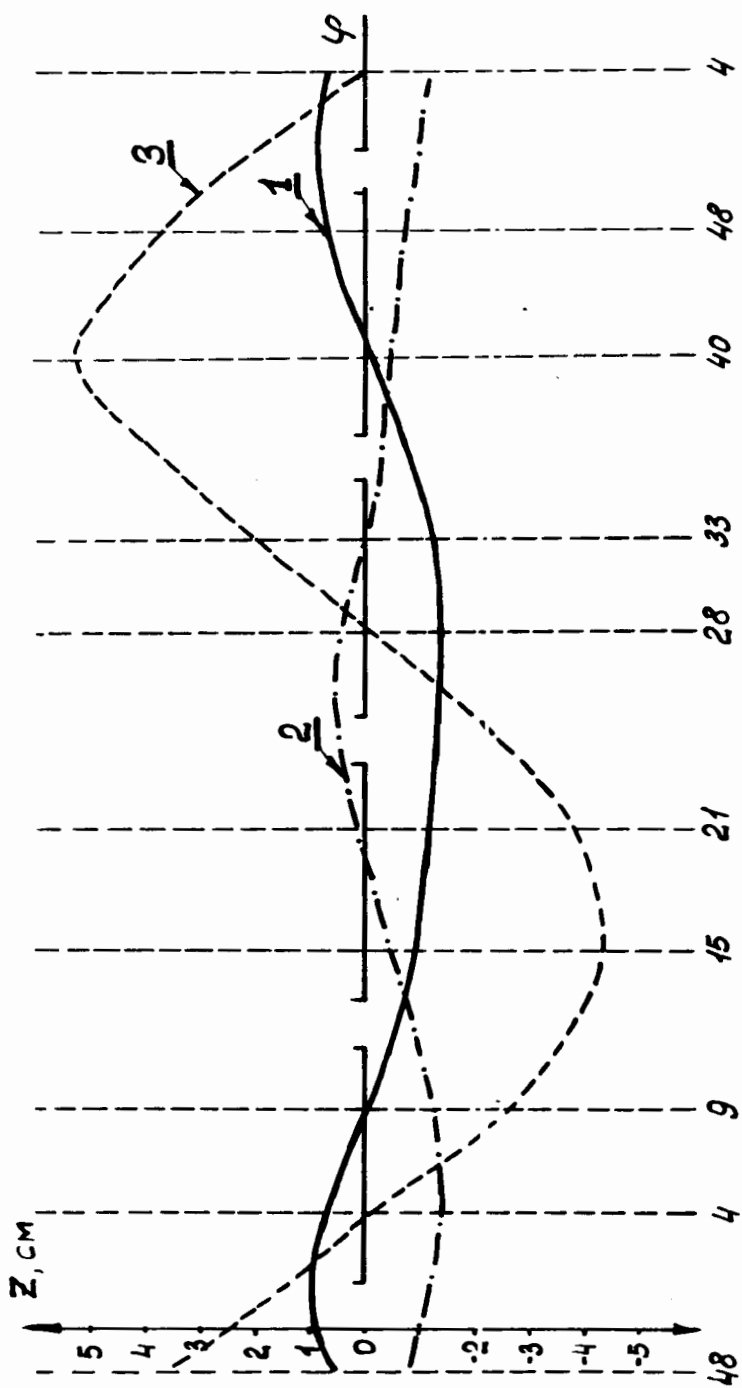


Рис. 8. Вертикальные проекции орбиты: 1 - включены коррекции "Z-статика" и "Z-динамика",  
 2 - отключена коррекция "Z-статика",  
 3 - отключены коррекции "Z-статика" и "Z-динамика".  
 ( $\rho = 40 \text{ см}$ , апрель 72г.).

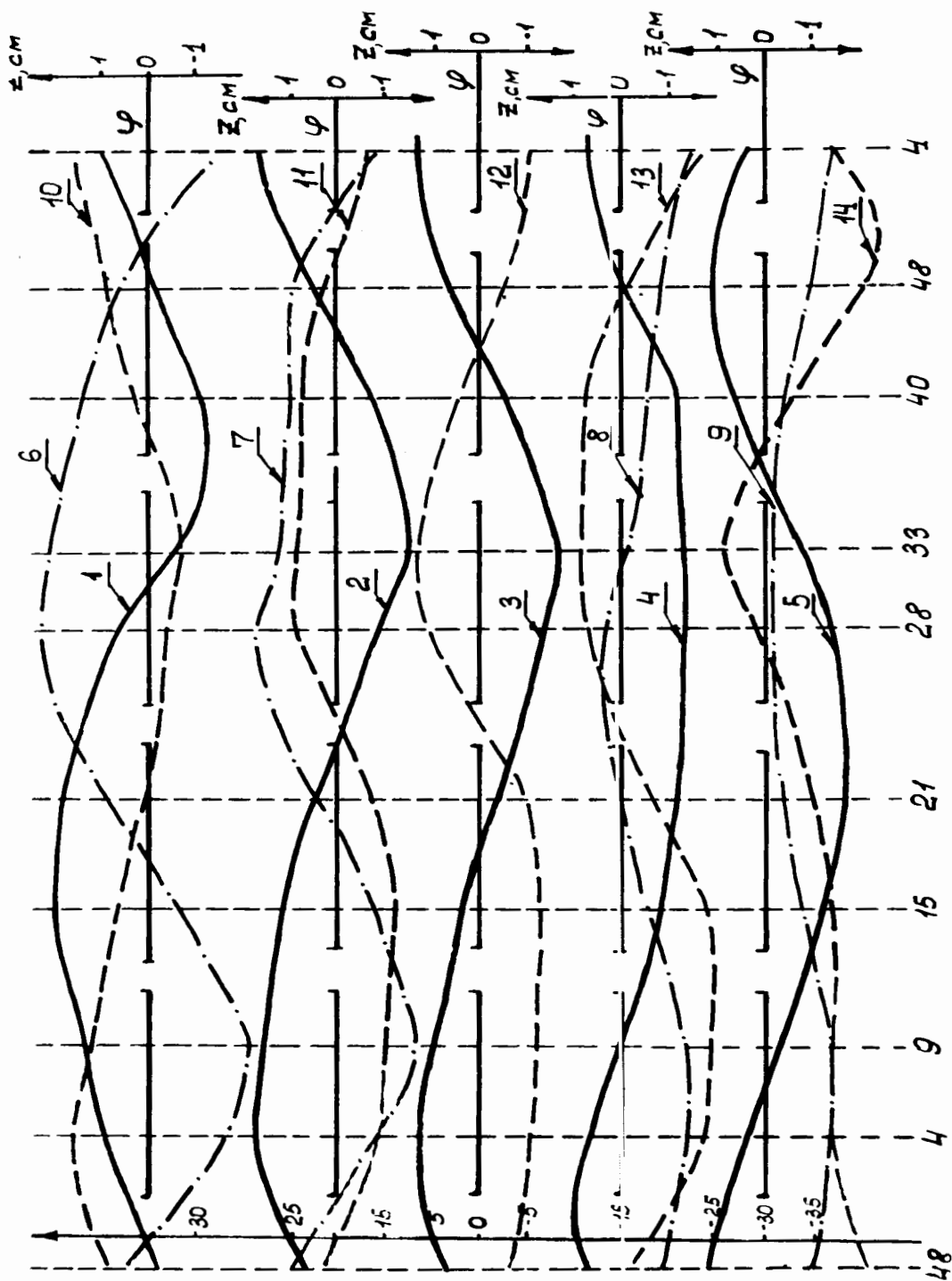


Рис. 8а. Сравнительный характер вертикальных орбит во всей рабочей области ускорителя при включённой (1, 2, 3, 4, 5) и отключённой (6, 7, 8, 9) коррекции "Z-статика" Кривые 10, 11, 12, 13, 14 - горизонтальные орбиты (апрель 72г.).

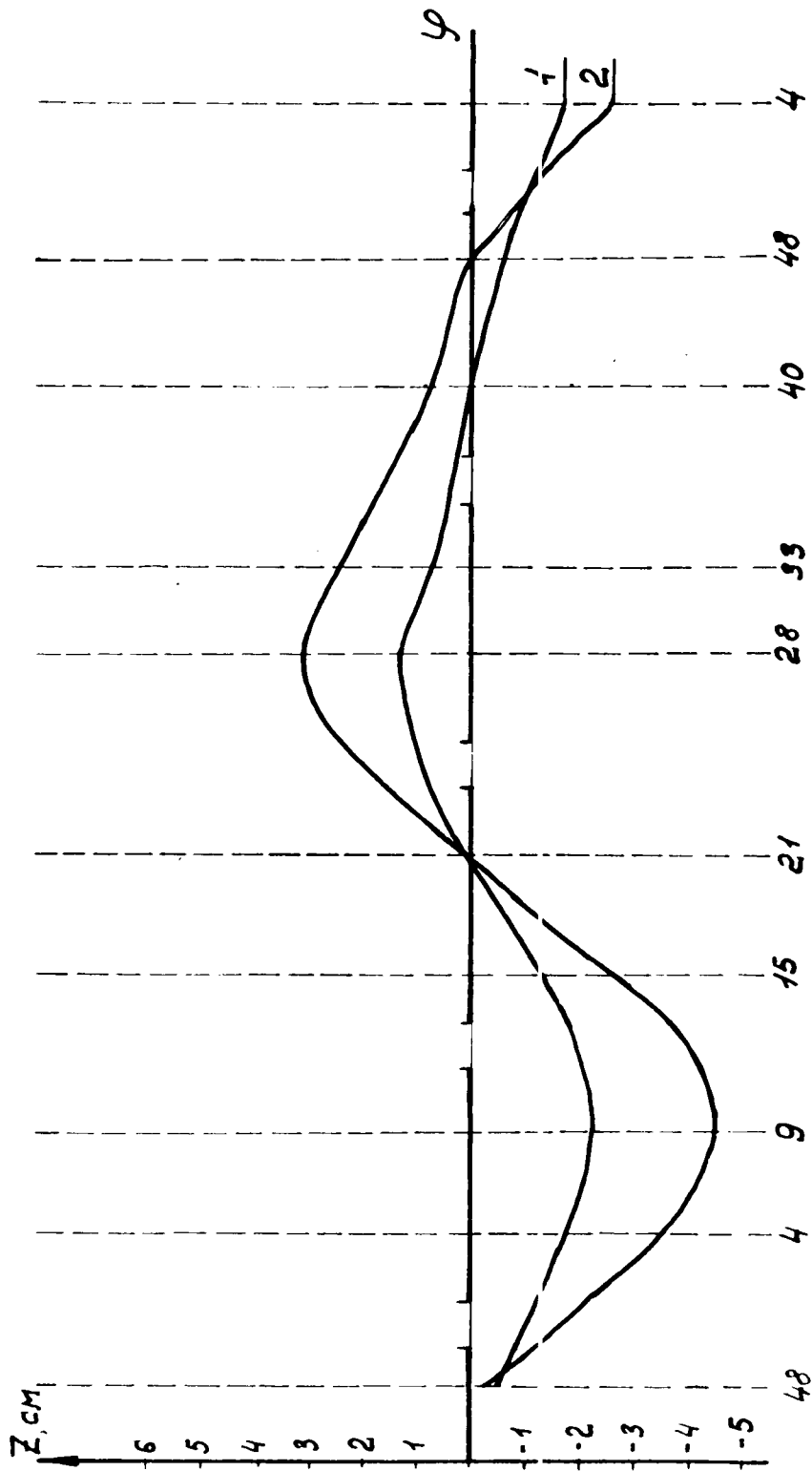


Рис. 9. Вертикальные проекции орбит, измеренные в мае м-це 72г. (коррекции апрельские).

1 - при  $\rho = -15 \text{ см}$ , 2 - при  $\rho = 45 \text{ см}$ .

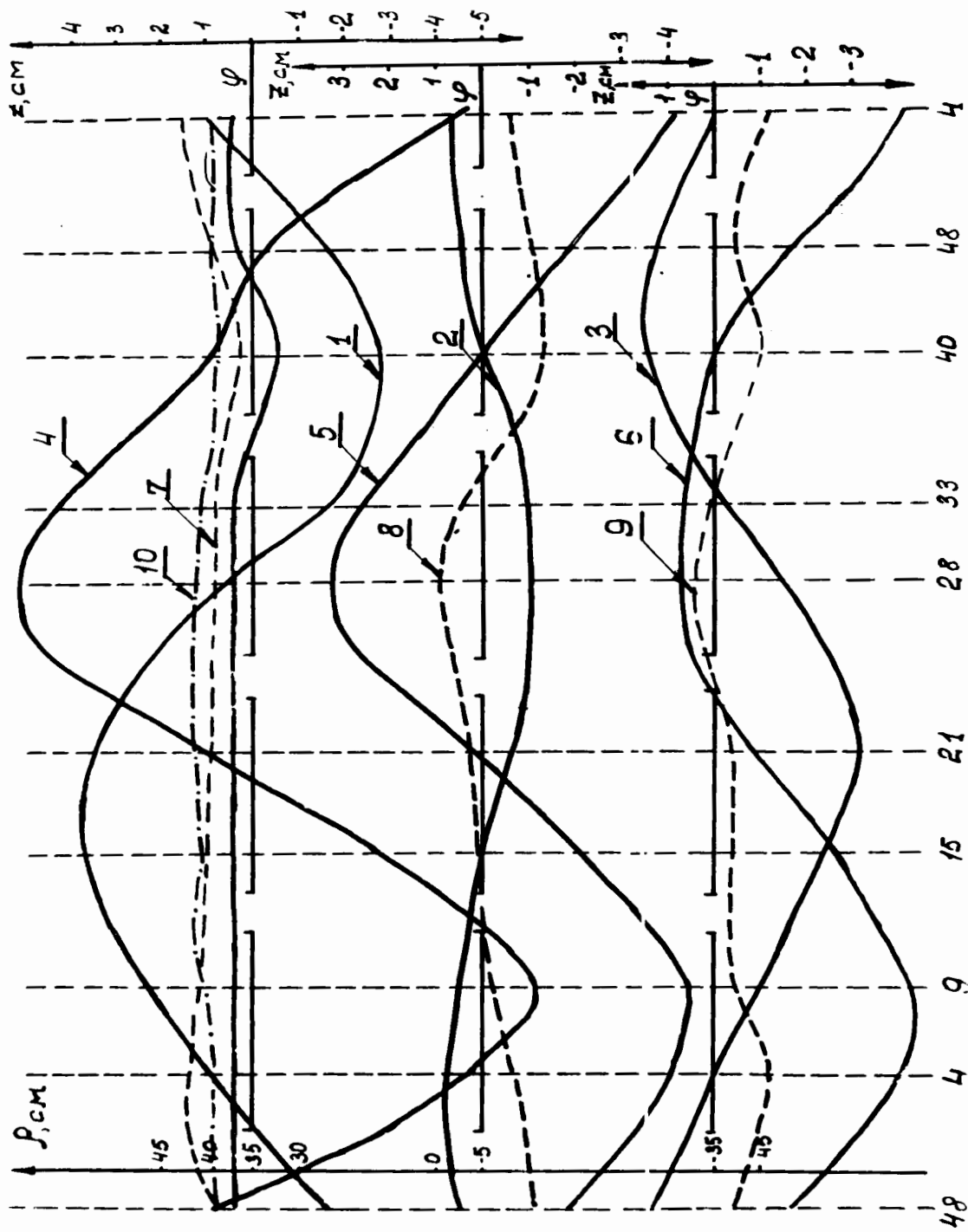


Рис. 9а. Характер вертикальных орбит в рабочей области ускорителя: 1, 2, 3 - включена коррекция "z-статика", 4, 5, 6 - отключена. 7, 8, 9 - радиальные орбиты. 10 - радиальная орбита после установки в камеру магнита для медленного вывода пучка.

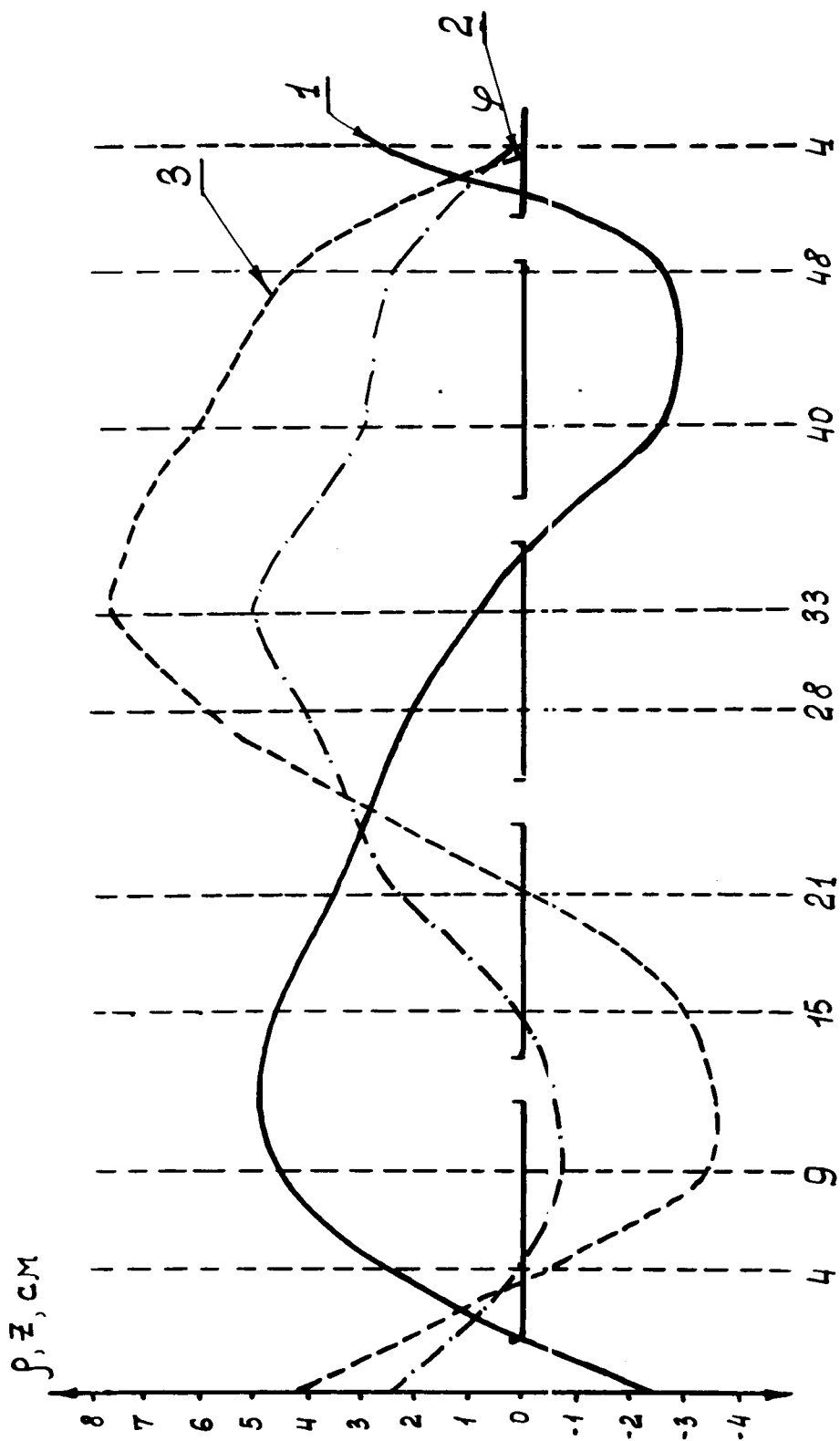


Рис. 10. Орбиты на индукции 6 кгс ( $\dot{V} = 4$  кгс/сек):

- 1 - горизонтальная орбита на центральном радиусе ускорителя,
- 2, 3 - вертикальные орбиты для  $\rho = 33$  см и  $r = 35$  см.

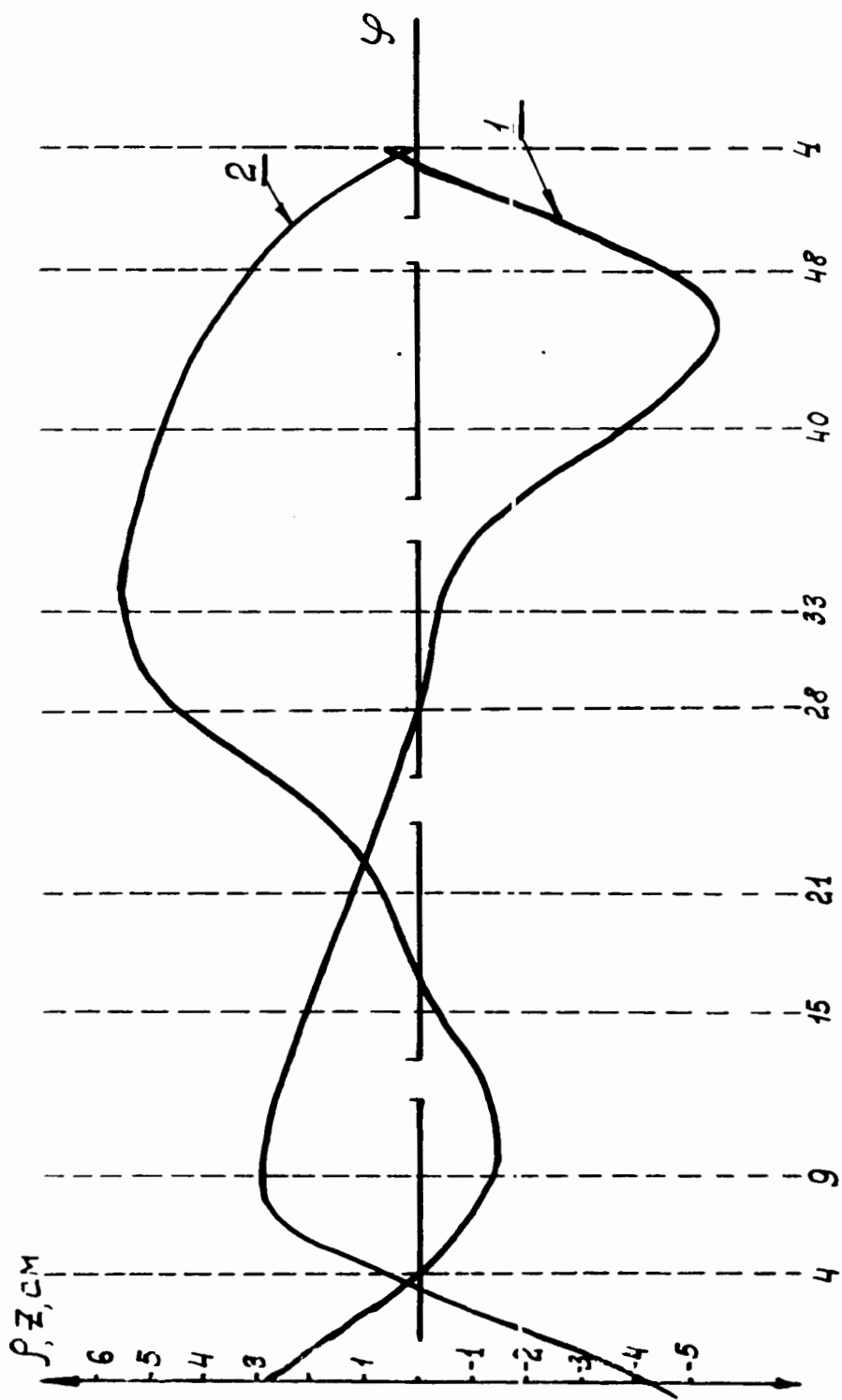
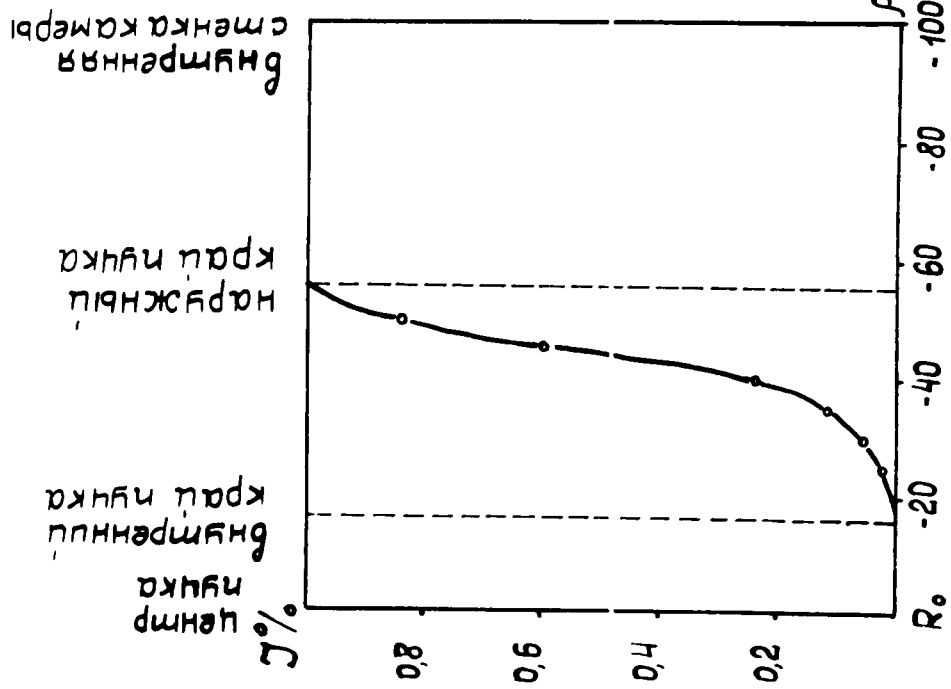


Рис. 11. Горизонтальная (1) и вертикальная (2) орбиты для  $B = 6$  кгс,  $\dot{B} = 0$ .

а) = 18.0 кв.



б) = 11.2 кв.

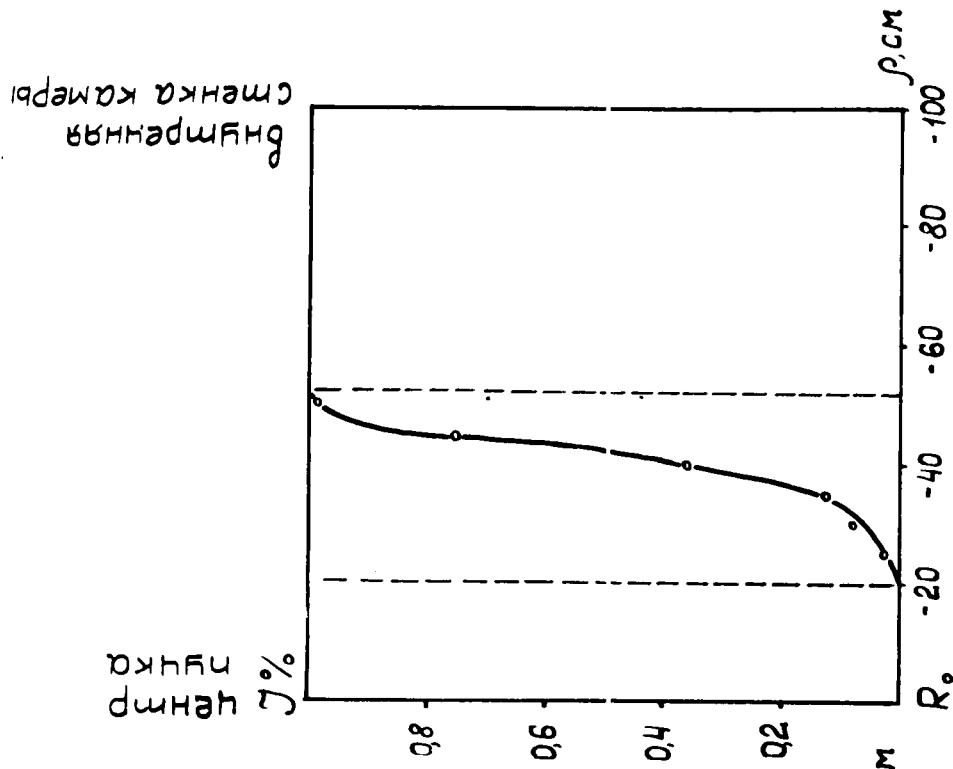


Рис. 12. Зависимость числа частиц от положения мишени по радиусу при различных амплитудах ускоряющего напряжения. Ускорение ведётся до  $t = 20$  мсек. Центр пучка расположен по  $R_0$ .

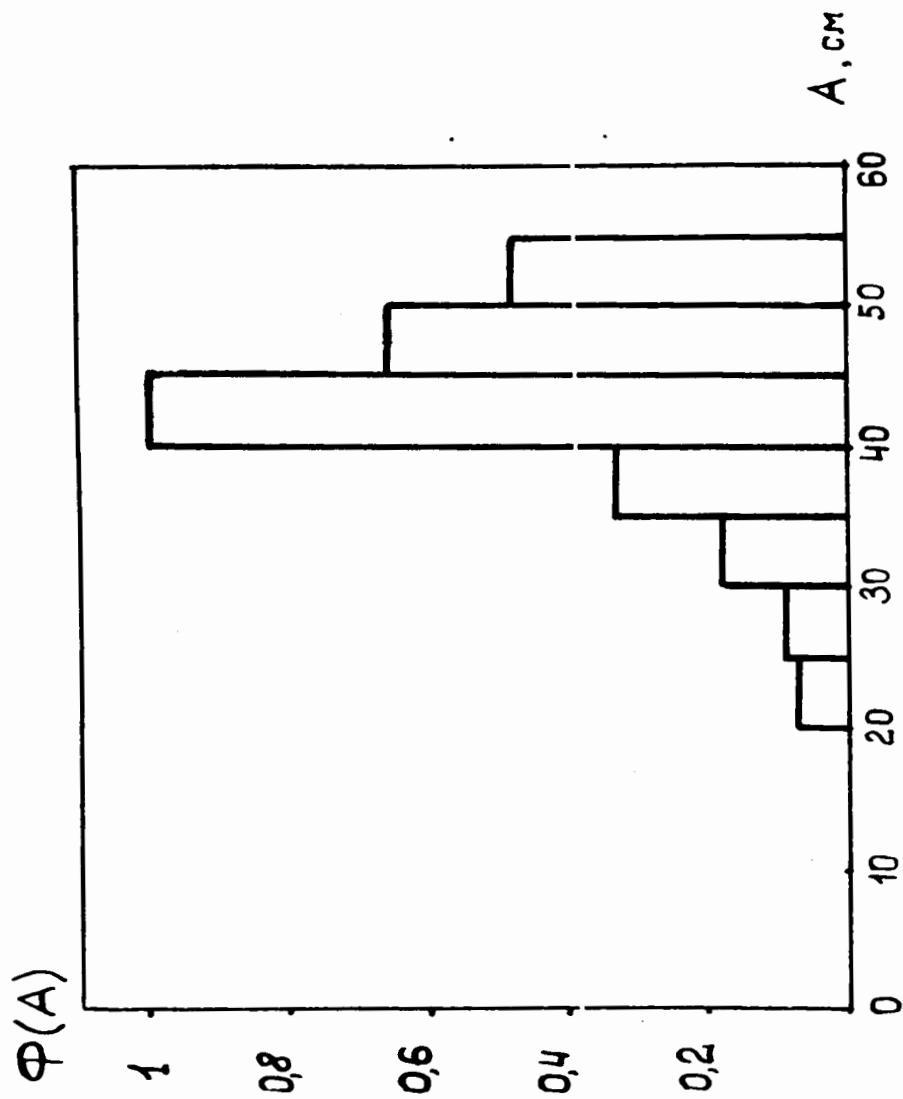


Рис. 13. Функция распределения пучка  $\Phi(A)$  по амплитудам радиальных колебаний  
 $t = 20 \text{ мсек}$ ,  $V = 18,0 \text{ кв}$ .



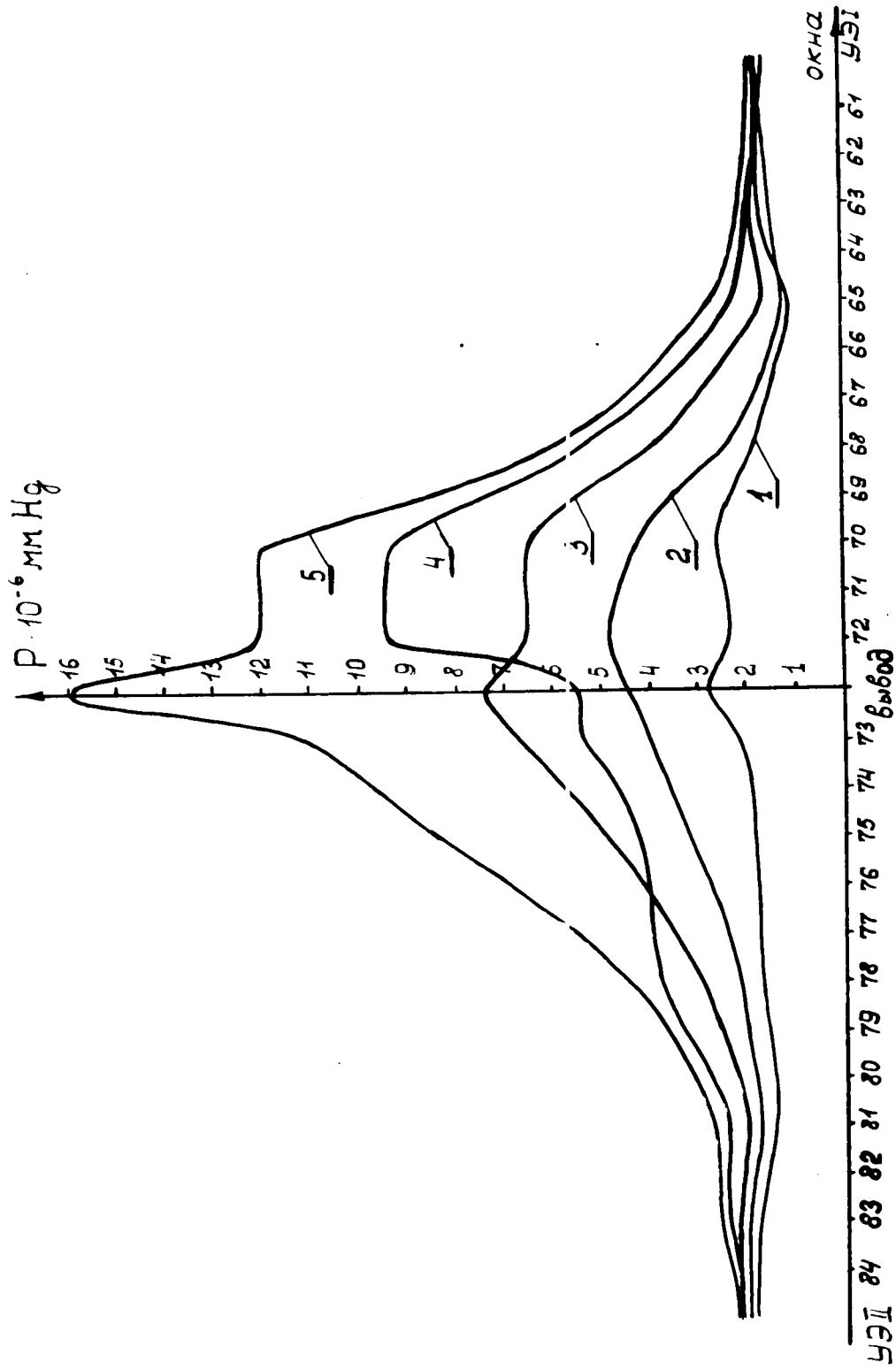


Рис. 14. Распределение давления во II и III квадрантах для 5 режимов измерений:

I -  $\bar{p} = 1.85 \times 10^{-6}$ , 2 -  $\bar{p} = 2.59 \times 10^{-6}$ , 3 -  $\bar{p} = 3.64 \times 10^{-6}$ , 4 -  $\bar{p} = 4.06 \times 10^{-6}$ , 5 -  $\bar{p} = 6.00 \times 10^{-6}$

(натекатель расположен на участке вывода)

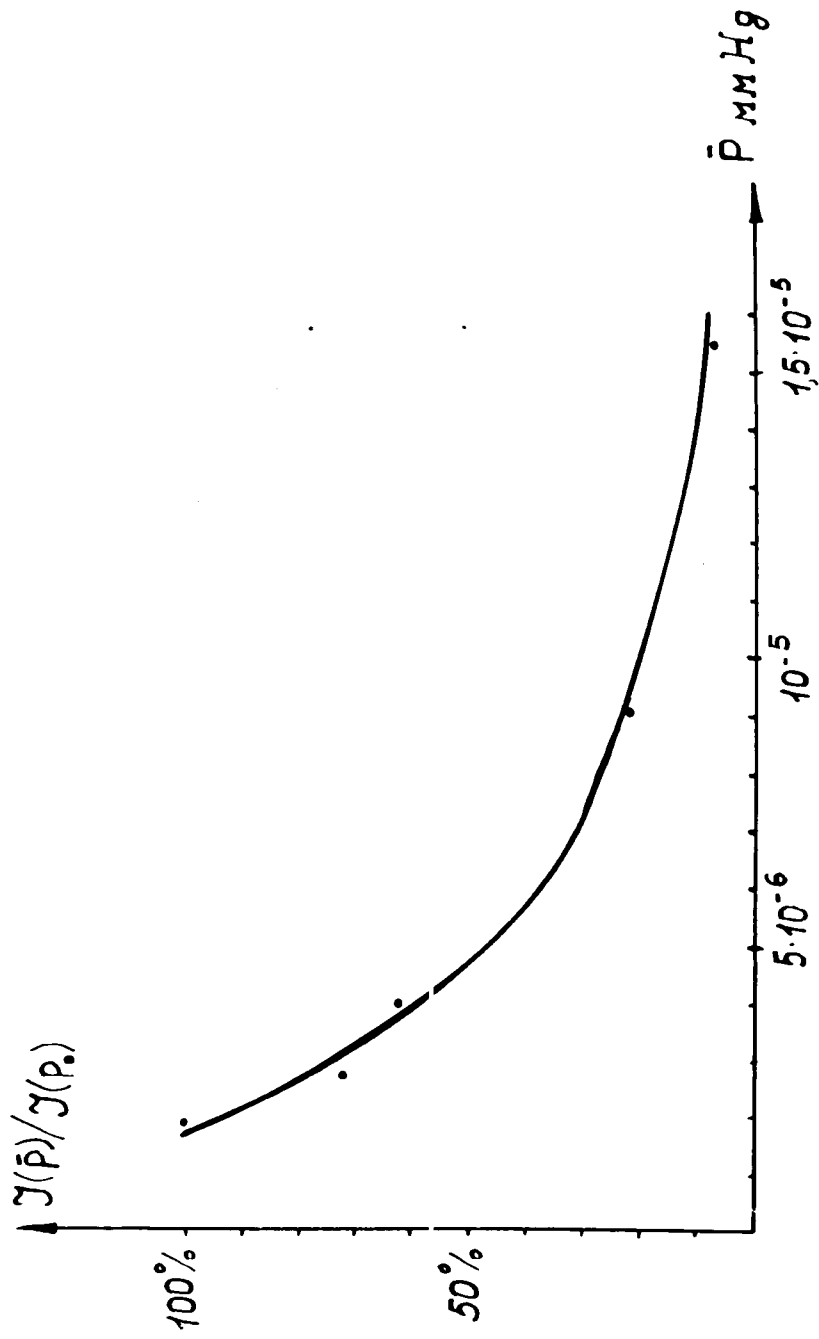


Рис. 15. Зависимость  $J(\bar{p})/J(p_0)$  на 100мсек от среднего вакуума в камере ускорителя.  
 $J(p_0) = 6 \times 10^{10}$  прот/имп.,  $p_0$  - исходное давление.

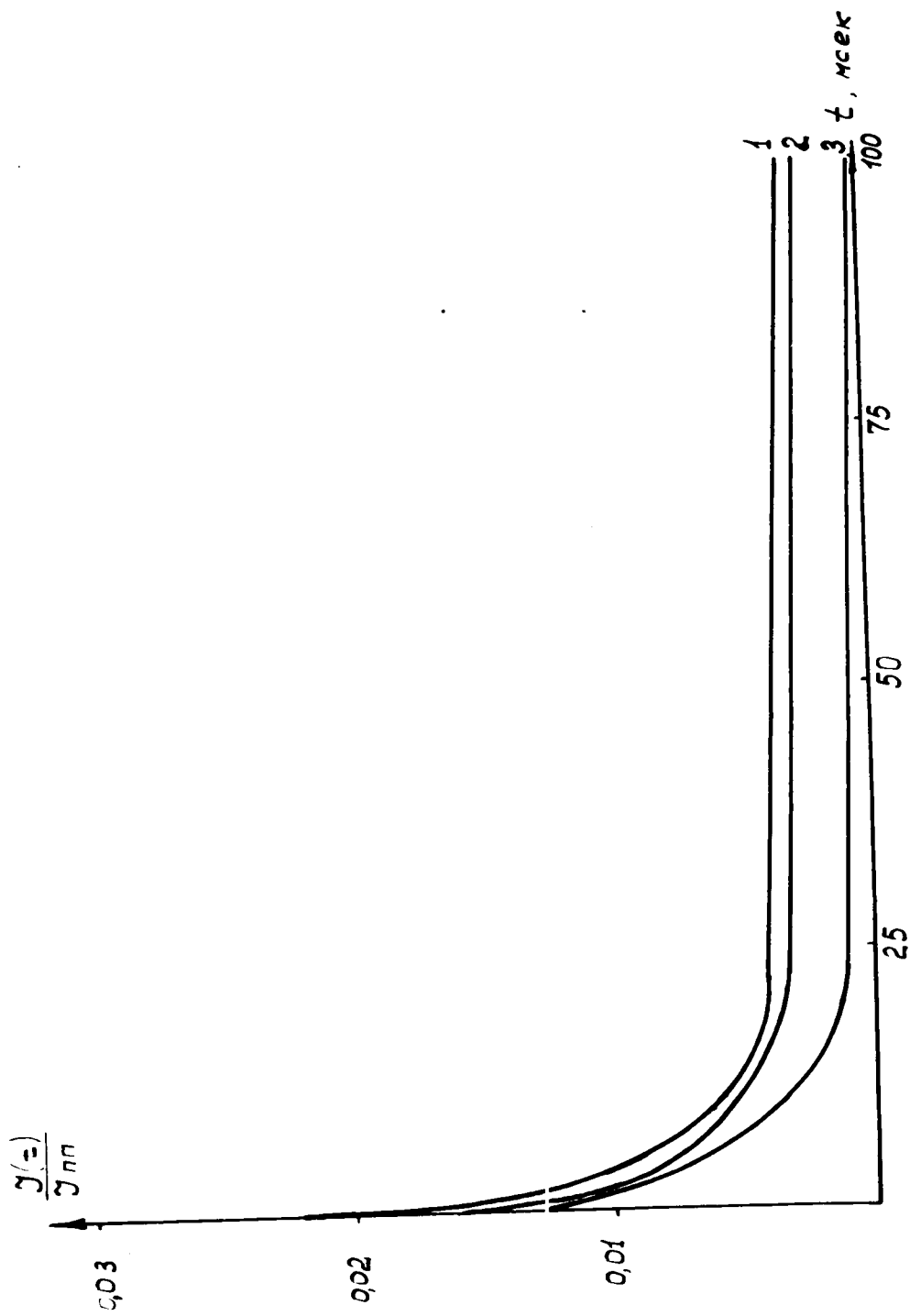


Рис. 16. Зависимость интенсивности от длительности ускорения при 3-х значениях давления в камере: 1 -  $p = 4.4 \times 10^{-6}$ , 2 -  $p = 1.6 \times 10^{-5}$ , 3 -  $p = 7.0 \times 10^{-5}$  тор.  
 $p$  - давление на участке вывода,  $J(t)$  - интенсивность в момент времени  $t$ ,  
 $J_{пп}$  - инжектируемый ток.