

Афонин П.М.

+

СЗ44.14

А-946



Афонин, П.М. и др.

БЗ-13-5258.

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

БЗ-13-5258

ДЕПОНИРОВАННАЯ ПУБЛИКАЦИЯ

Дубна 19 70

ОБЪЕДИНЕННЫЙ ИНСТИТУТ ЯДЕРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

ЛАБОРАТОРИЯ ВЫСОКИХ ЭНЕРГИЙ.

ОТДЕЛ ВОДОРОДНЫХ КАМЕР.

БЗ-13-5258

ЛЕПОНГРОВАННЫЙ ПРЕПРИНТ Б - 3 - 13.-

АФОНИН П.М.

КОЗУБСКИЙ Э.В.

БАТЮНЯ Б.В.

МАЛЫ М.

БЕЛЯКОВ С.Ф.

РУСАКОВ В.А.

ВИРЯСОВ Н.М.

САКСЛ Я.

ВЫСКОЧИЛ С.

ТОЛМАЧЕВ В.Т.

ЗЕРНИН Ю.Д.

УСТЕНКО Е.П.

с. ф. 3014

ИСПЫТАНИЯ СИСТЕМЫ ОСВЕЩЕНИЯ

2-х МЕТРОВОЙ ВОДОРОДНОЙ КАМЕРЫ ЛЭЗ ОИЯИ.

И. М. М. 1970

г. Дубна, 1970 г.

А Н Н О Т А Ц И Я .

Описываются результаты первых испытаний системы освещения 2-х метровой пузырьковой водородной камеры Лаборатории высоких энергий Объединенного Института ядерных исследований.

В этой камере впервые применен для освещения объема камеры "полосатый" отражательный растр. На основе анализа первых фотоснимков следов космических частиц в этой камере сделан вывод о возможности применения "полосатого" растра для освещения пузырьковых водородных камер.

В период с 30 декабря 1969 года по 9 января 1970 года в Лаборатории высоких энергий ОИЯИ был проведен первый водородный пуск 2-х метровой пузырьковой камеры /1/, в ходе которого были получены фотоснимки следов частиц космического излучения и от радиоактивного источника Co^{60} . Задача этого пуска - комплексная проверка работоспособности всех узлов и устройств камеры, именуемой в дальнейшем для краткости камерой В-2.

Система освещения объема камеры В-2 - темнопольная, автоколлимационная, с отражательным "полосатым" растром /2/. Растр такого типа впервые применен для освещения следов частиц, и поэтому представляет интерес вопрос о его работоспособности. Описываются результаты первого пуска установки В-2, относящиеся к применимости "полосатого" раstra для освещения пузырьковых водородных камер.

СХЕМА ОСВЕЩЕНИЯ И ФОТОГРАФИРОВАНИЯ УСТАНОВКИ В-2.

Оптические данные камеры В-2 представлены на рис. 1-6.

На рис. 1 изображен разрез камеры плоскостью, перпендикулярной пучку. Вид - навстречу направлению пучка.

На рис. 2 изображен разрез камеры плоскостью, параллельной пучку.

На рис. 3 изображен вид камеры сверху.

На рис. 4 дана схема фотограмметрической камеры с объективом "Руссар-Плазмат".

Из рисунков видно, что установка В-2 имеет два параллельных стекла-иллюминатора /4,5/, расположенных под углом $4^{\circ}30'$ к горизонтальной плоскости. Оптические оси четырех фотограмметрических камер ортогональны поверхностям стекол-иллюминаторов. Ось отражательного раstra и тройного осветителя расположена по вертикали.

На рис.5 представлена схема тройного осветителя. ~~Вдвух~~

На рис.6 представлен корпус камеры и элементы раstra.

На рис.7 представлен фотоснимок отражательного "полосатого" раstra.

На рис.8 представлен вид сверху на корпус камеры с элементами отражательного раstra и четыре его изображения фотокамерами (кадровые рамки).

На рис.9 представлена схема, поясняющая принцип действия отражательного полосатого раstra.

Фронтальная поверхность растрого элемента покрыта черными (непрозрачными) полосами шириной K (в данном случае $K = 0,8$ мм), а интервалы между этими полосами (прозрачные полосы) также имеют ширину K . Тыльная поверхность раstra покрыта отражающим алюминиевым слоем. Ширина полос K подобрана согласно условию

$$K = \frac{dB}{nR} \quad (I)$$

где d - толщина растрого элемента;

n - показатель преломления стекла растрого элемента;

B - базис стереосъемки;

R - радиус кривизны фронтальной поверхности растрого элемента.

Принцип устранения мнимого изображения "полосатым" растром ~~раствором~~ ^{ПРИНЦИПУ ДЕЙСТВИЯ} V системы "жалюзи". Объективы фотокамер расположены на равных расстояниях от центра кривизны раstra, т.е. каждый из объективов расположен в месте изображения другого объектива. Таким образом, любой луч, проведенный из входного зрачка одного объектива, после отражения от раstra должен пройти во входной ~~клин~~ зрачок другого объектива. Но так как на фронтальной поверхности раstra имеются темные полосы, то этот луч может поглотиться, попав на полосу либо в прямом ходе, либо после отражения от тыльной поверхности раstra (в обратном ходе). В случае, когда ширина полос раstra удовлетворяет условию λ / I , попадание светового луча из входного зрачка объектива на черную полосу при отражении от раstra становится обязательным. Таким образом, световой поток от пузырька, строящий мнимое изображение пузырька в отражательном растре, либо поглощается черными полосами раstra, либо не попадает в объектив фотокамеры.

Если полосы раstra ориентированы под углом по отношению к линии базиса стереофото съемки, то условие устранения мнимых изображений примет вид

$$K \cos \delta = \frac{dV}{nR} \quad (2)$$

где δ - угол между направлениями полос и линий базиса стерео-съемки.

Таким образом, путем выбора угла наклона полос раstra относительно оси камеры ^{можно} найти их оптимальное положение для устранения мнимых изображений.

Черные полосы занимают половину площади ~~кряж~~ растра, поэтому падающий на растр световой поток наполовину гасится. Отраженный световой поток имеет полосатую структуру. Однако, использование реального широкого источника света сглаживает эту полосатую структуру, вследствие чего неоднородность освещения объема камеры с полосатым растром существенна только вблизи растра (на расстоянии до 1 см).

Параметры системы фотографирования:

базисные расстояния - 460 x 460 мм;

объектив - "Руссар-Плазмат" ($f'_{об} = 142$ мм; $2\beta = 60^\circ$);

относительное отверстие объектива - $I/II \div I/45$.

Масштаб фотографирования:

для верхнего плана - 0,074;

для средней плоскости - 0,066;

для заднего плана - 0,058.

Объективы фотокамер рассчитаны на компенсацию дисторсии, вносимой стеклами-иллюминаторами вакуумного кожуха и корпуса камеры. В установке использованы лентопротяжные механизмы с пневмоприводом /3/.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИСПЫТАНИЙ.

Для заключения о возможности применения полосатого растра в пузырьковых водородных камерах имеют значение следующие вопросы

1. Насколько эффективно подавляются мнимые следы?
2. Принципиально ли потеря половины светового потока на "полосатом" растре?

3. Существенны ли неоднородности в освещении, обусловленные полосатой структурой растра?
4. Можно ли обеспечить при использовании "полосатого" растра достаточно малый фон и требуемый для системы автоматического измерения контраст изображения следов?
5. Предъявляет ли этот растр жесткие требования на ориентацию полос по отношению к линии базиса?

В ходе первой работы камеры В-2 были получены фотографии следов космических частиц, часть из которых представлена здесь на снимках. На этих снимках имеются также следы электронов, полученных при облучении камеры источником Co^{60} . Качество этих первых фотографий невысоко главным образом из-за загрязненности поверхностей стекол-иллюминаторов и элементов растра.

По этим фотографиям видно, что камера была чувствительна по всему объему.

Видно, что на снимках I0-I3 следы космических частиц не имеют мнимых изображений. На снимках I4-I5 видны мнимые следы, но отчетливо видно, что мнимые следы значительно бледнее. На фотографиях I6-I7-следы как над растром, так и над зеркалом ^{видны} При этом четко выделяются мнимые изображения части следов, расположенной над зеркалом. Фактически, их контраст одинаков. На фотографиях I4-I5 видны следы частиц над элементами растра с полосами, расположенными под углом к оси камеры. Видно, что изменение ширины полос на I3% ($\cos 30^\circ$) не привело к появлению заметного мнимого изображения.

Рассматривая изображения одного и того же следа, часть которого образована рассеянием света от зеркала без полос, а другая часть - от "полосатого" растра (рис. I6-I7) можно заключить, что потеря света на черных полосах растра не приводит к заметному ослаблению изображения следа.

Таким образом, из анализа полученных фотографий можно сделать следующие выводы:

1. "Полосатый" растр обеспечивает значительное подавление мнимых изображений следов. При условии обеспечения необходимой чистоты горизонтального стекла-иллюминатора камеры и путем подбора оптимальных условий фотосъемки (пленка, светофильтры и др.) можно получить фотографии следов частиц нужного качества, без мнимых изображений.

2. Потеря половины светового потока не является определяющим фактором качества снимков с камеры. Большая часть фотографий получена в режиме:


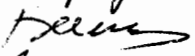
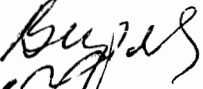
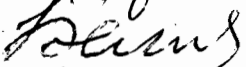
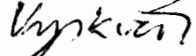




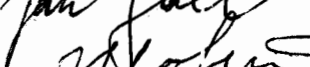


энергия вспышки - 10-12 Дж.;

относительное отверстие - 1/27;

пленка изопанхром тип I5 - I000, светочувствительность I300 ед. ГОСТ 0,85.

3. "Полосатый" растр не предъявляет жестких требований к ориентации полос относительно базиса съемки. Это является следствием того, что ширина полос обратно пропорциональна косинусу угла их поворота относительно оси камеры.

В заключение, авторы выражают благодарность Г.М.СТАШКО-ВУ за работу на первых этапах создания установки В-2, сотрудникам ЛИТМО М.М. Русинову, Э.М. Лившицу и др. за разработку и создание фотограмметрической установки с тройным импульсным осветителем для установки В-2, сотрудникам Исследовательского Института Стекла в г.Новый Бор (ЧССР) тов. Ф.Схованка, Ф.Волдржик, Р.Зрустек, сотруднику Исследовательского института Полиграфии (ЧССР) тов. И.Перглеру за разработку технологии и изготовление элементов полосатого растра, а также большой группе сотрудников Лаборатории высоких энергий Объединенного института ядерных исследований, оказавших нам большую помощь на различных этапах работы и среди них особенно Г.А.Королеву, В.Н.Глущенко, В.П.Григорьеву, В.Н.Алмазову, В.П.Сергееву, Н.Малек, Н.В.Печенову, Н.Г.Борисову, Ю.Н. Шкобину.

	АФОНИН П.М.
	БАТНЯ Б.В.
	ВИРЬСОВ Н.М.
	БЕЛЯКОВ С.Ф.
	ВЫСКОЧИЛ С.
	ЗЕРНИН Ю.Д.
	КОЗУБСКИЙ Э.В.
	МАЛЫ М.
	РУСАКОВ В.А.
	САКСЛ Я.
	ТОЛМАЧЕВ В.Т.
	УСТЕНКО Е.П.

Л И Т Е Р А Т У Р А :

1. И.В.Богуславский, И.Т. Борзунов, В.И.Векслер, Н.М.Вирясов,
С.Высочил и др.

Материалы рабочего совещания по технике пузырьковых камер
(Дубна, 8-11 апреля 1964 г.).

Сообщение ОИЯИ 13-4466, стр.43, 1969 г.

2. а) Э.В.Козубский, М.Малы.

Авторское свидетельство СССР № 160604.

Бюллетень № 4, 1964 г.

б) Э.В.Козубский, М.Малы.

ОИЯИ Б-1306, 1963 г.

в) Э.В.Козубский.

Диссертация. ОИЯИ. Автореферат ОИЯИ 13-4297, 1969 г.

3. М.Малы, С.Ф.Беляков, С.Высочил, Н.Малек, Я.Саксл.

Препринт ОИЯИ, P13-4474, 1969 г.

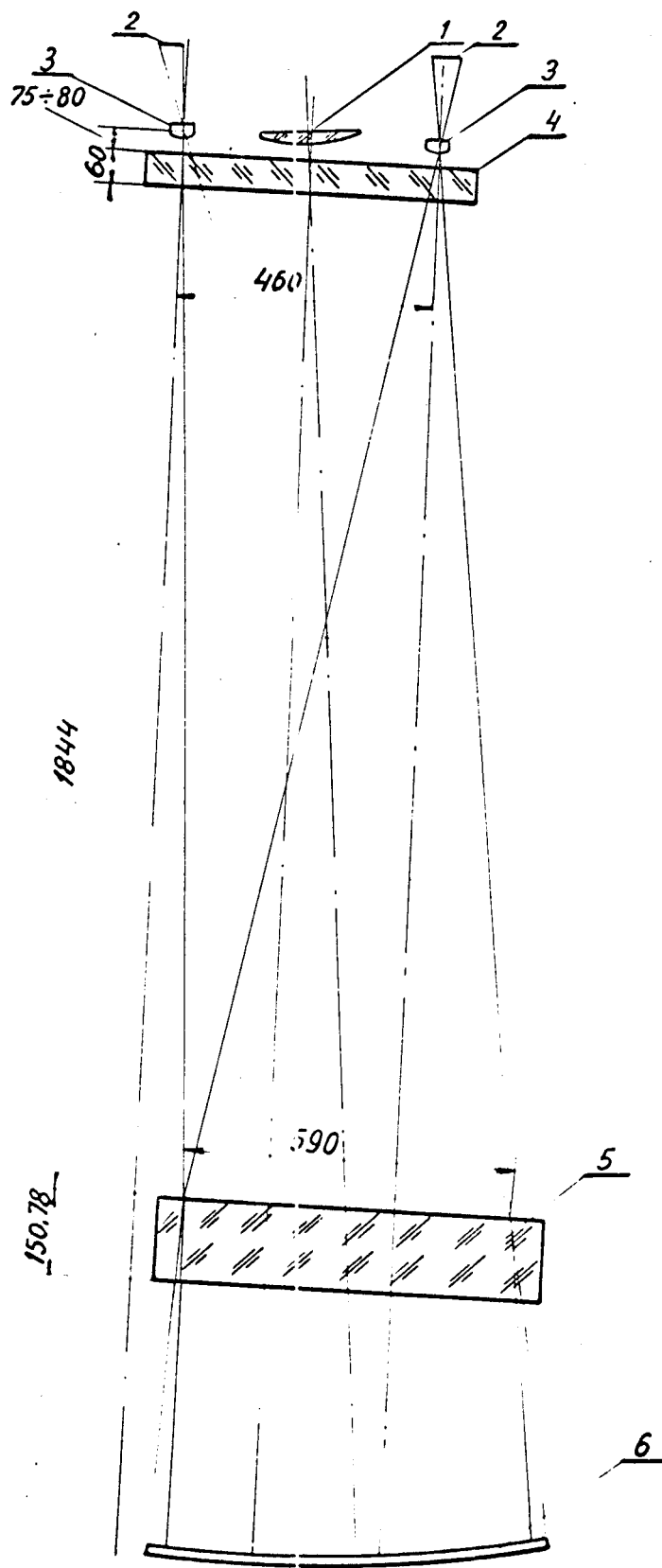


Рис. 1.

1. Коллектив осветителя.
2. Кадровая рамка.
3. Объектив.
4. Стекло-иллюминатор выкуумного кожуха.
5. Стекло-иллюминатор корпуса камеры.
6. Отражательный полосатый растр.

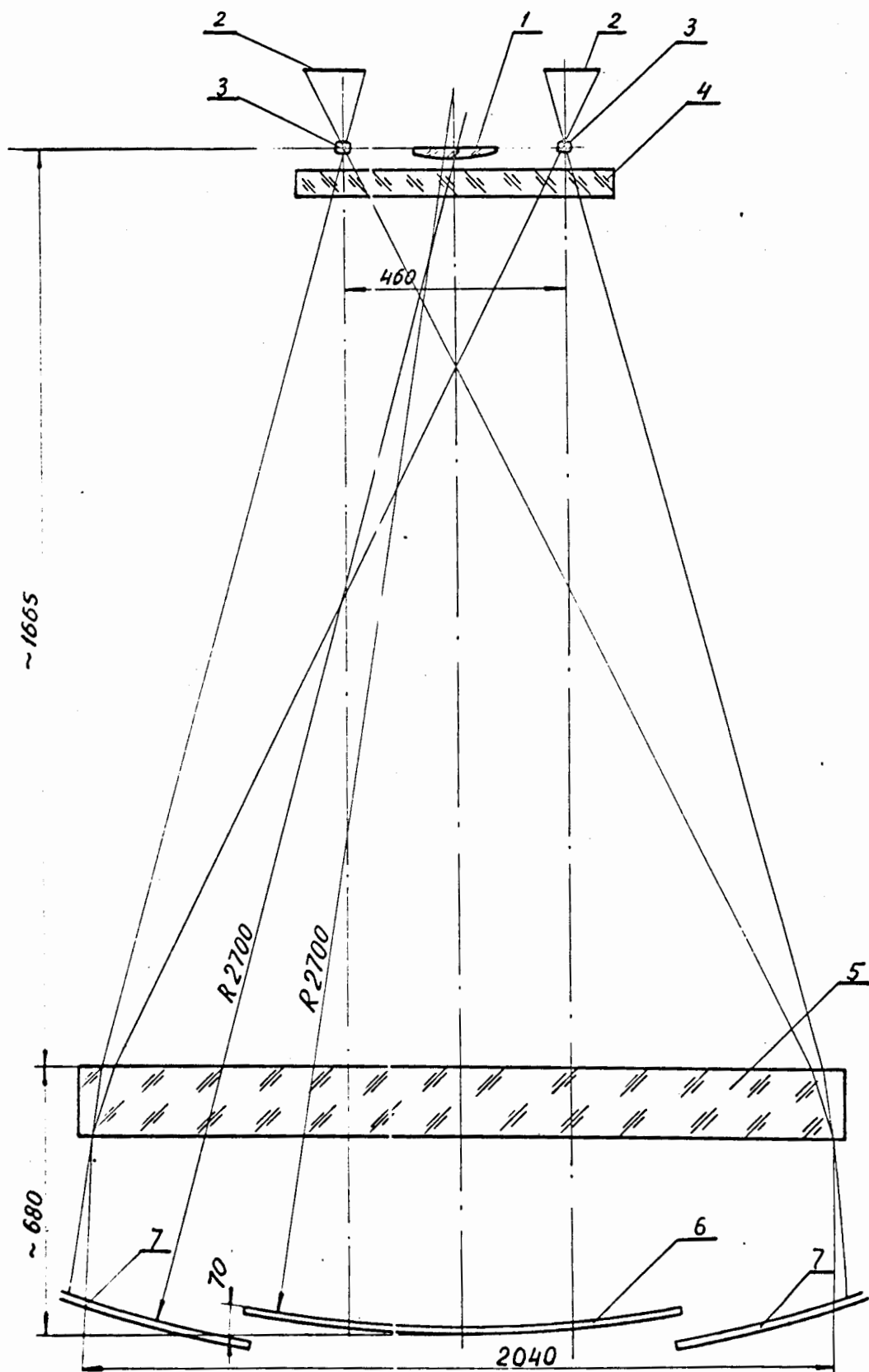


Рис. 2.

1. Коллектив осветителя.
2. Кадровая рамка.
3. Объектив.
4. Стекло-иллюминатор вакуумного кожуха.
5. Стекло-иллюминатор корпуса камеры.
- 6,7. Отражательный полосатый растр.

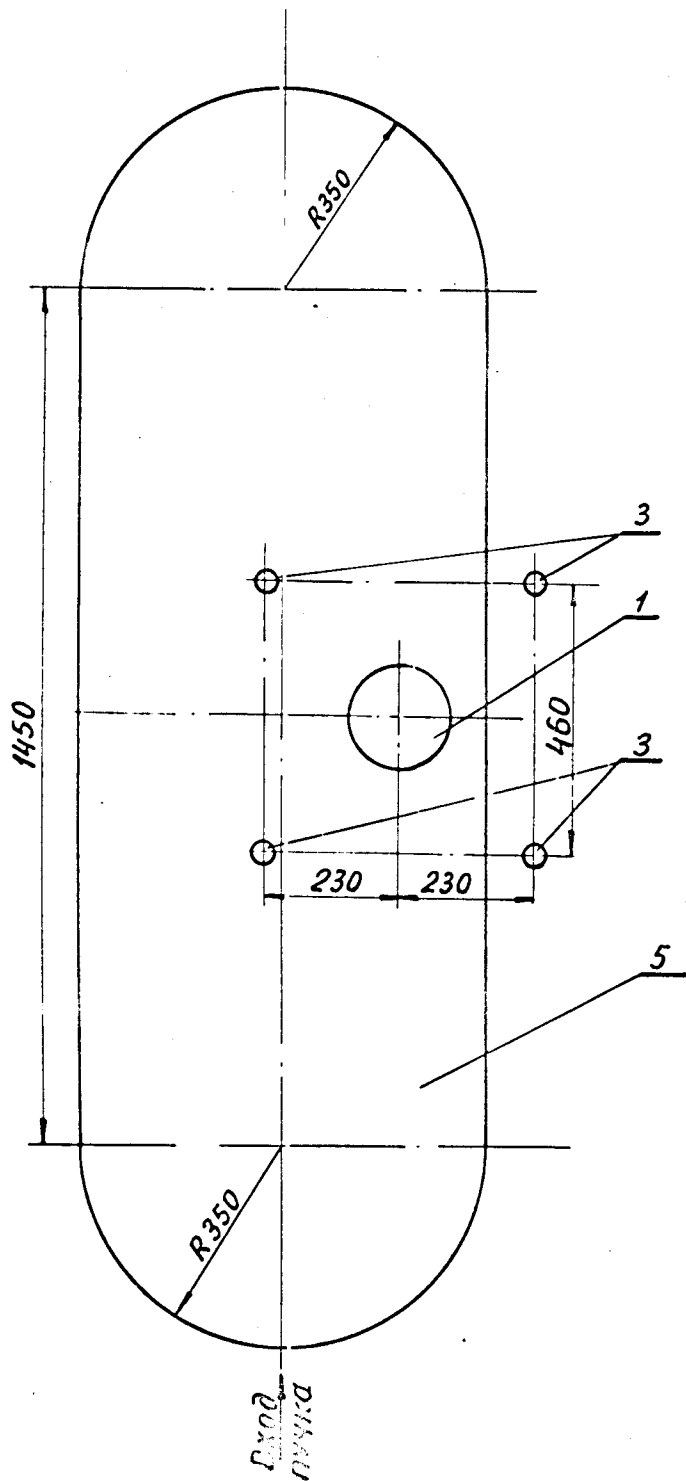


Рис. 3.

1. Коллектив осветителя.
3. Объектив.
5. Стекло-иллюминатор корпуса камеры

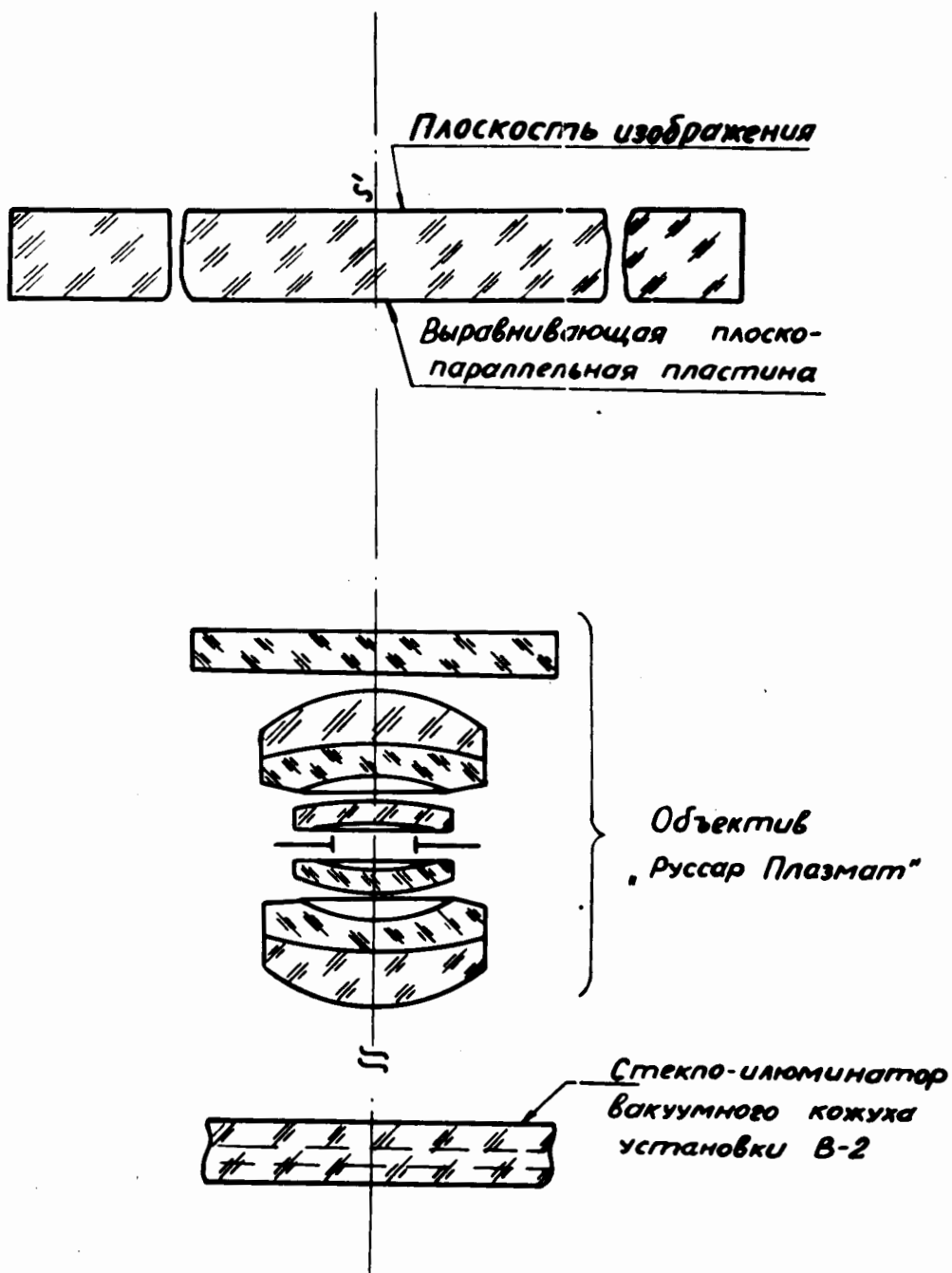


Рис. 4.

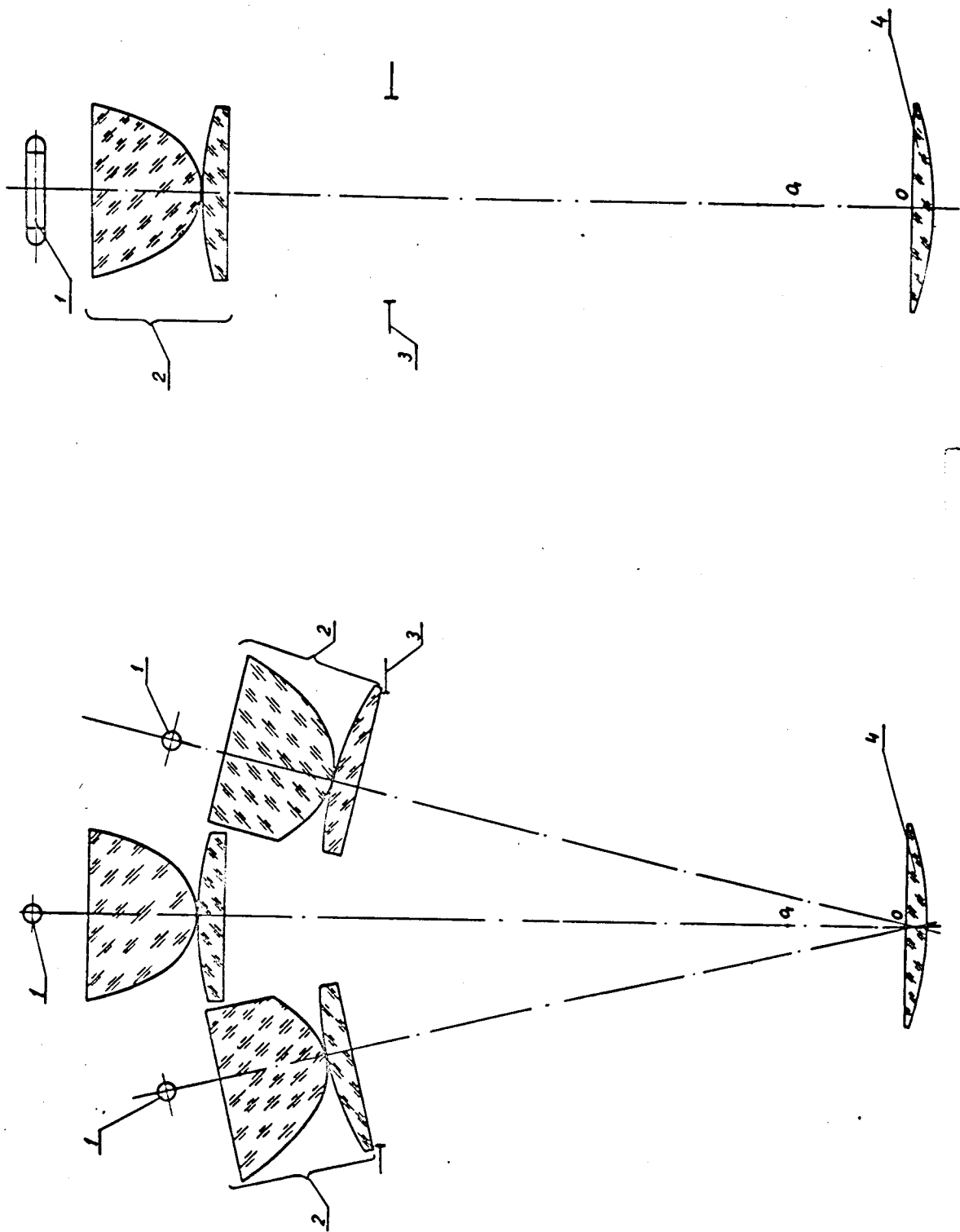


Рис. 5.

1. Импульсные лампы. 2. Сферический конденсор. 3. Полевая диафрагма. 4. Коллектив.

Механизм расширения

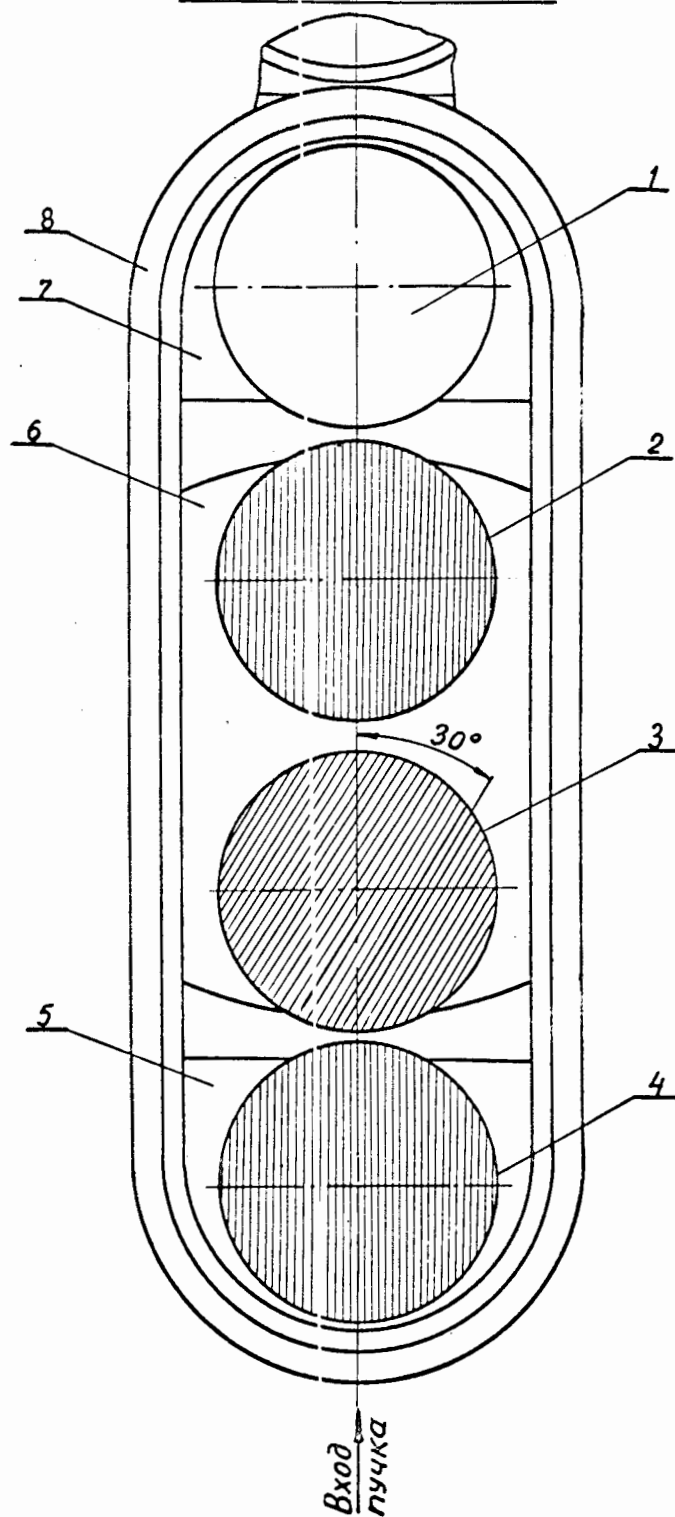


Рис. 6.

1. Сферическое зеркало.
- 2,3,4. Элементы раstra.
- 5,6,7. Ложементы.
8. Корпус камеры.

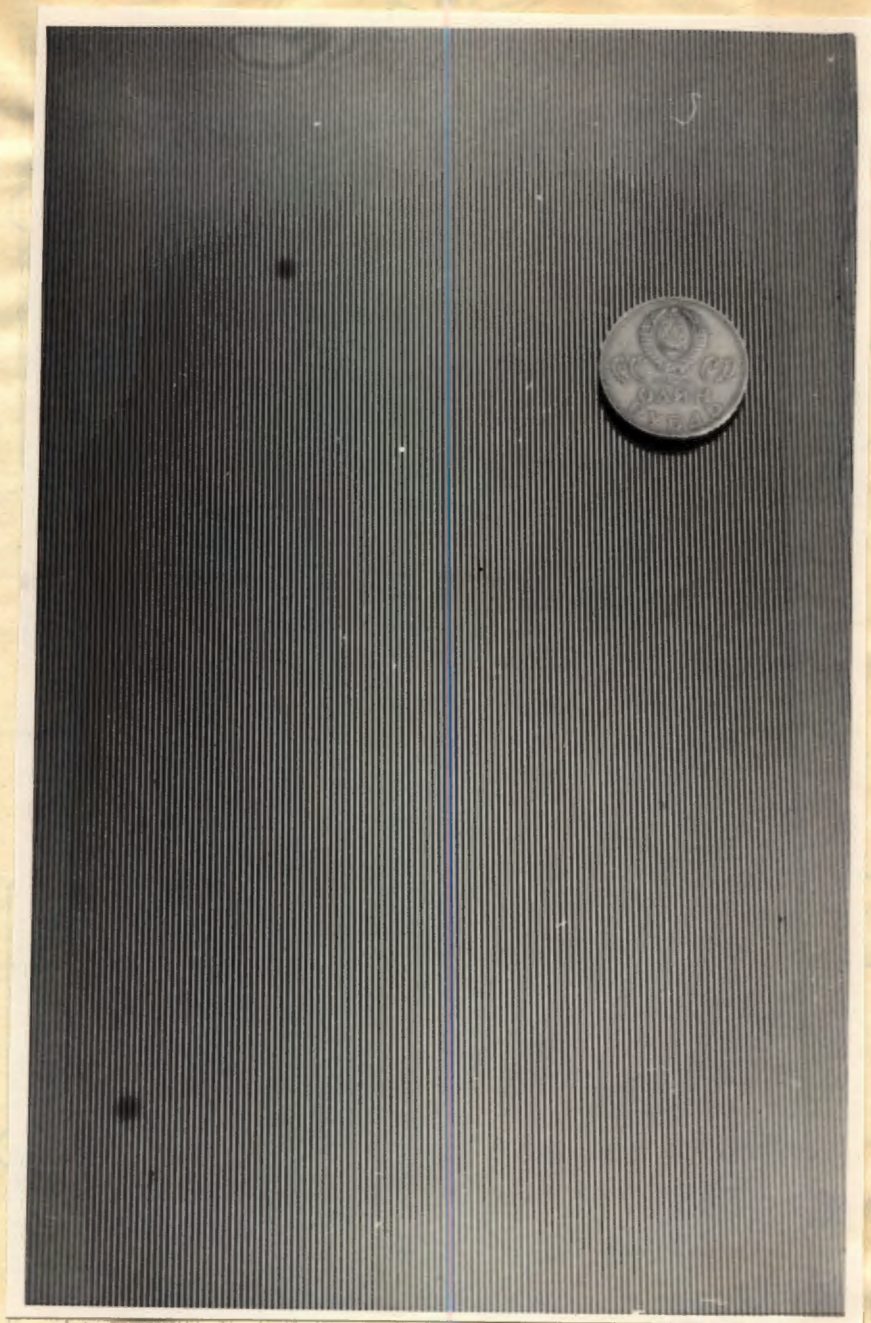


Рис. 7

Фотоснимок поверхности полосатого раstra
 $1 \sim \frac{1}{2}$ натуральной величины/.

9. Пленка.
 10. Реперные кресты внутреннего ориентирования.
 11. Главный кадр.
 12. Служебный кадр.
- O_1, O_2, O_3 и O_4 - главные точки четырех снимков,
проекция оптических осей четырех
фотограмметрических камер.
- И.Р. - нехватка расширения.

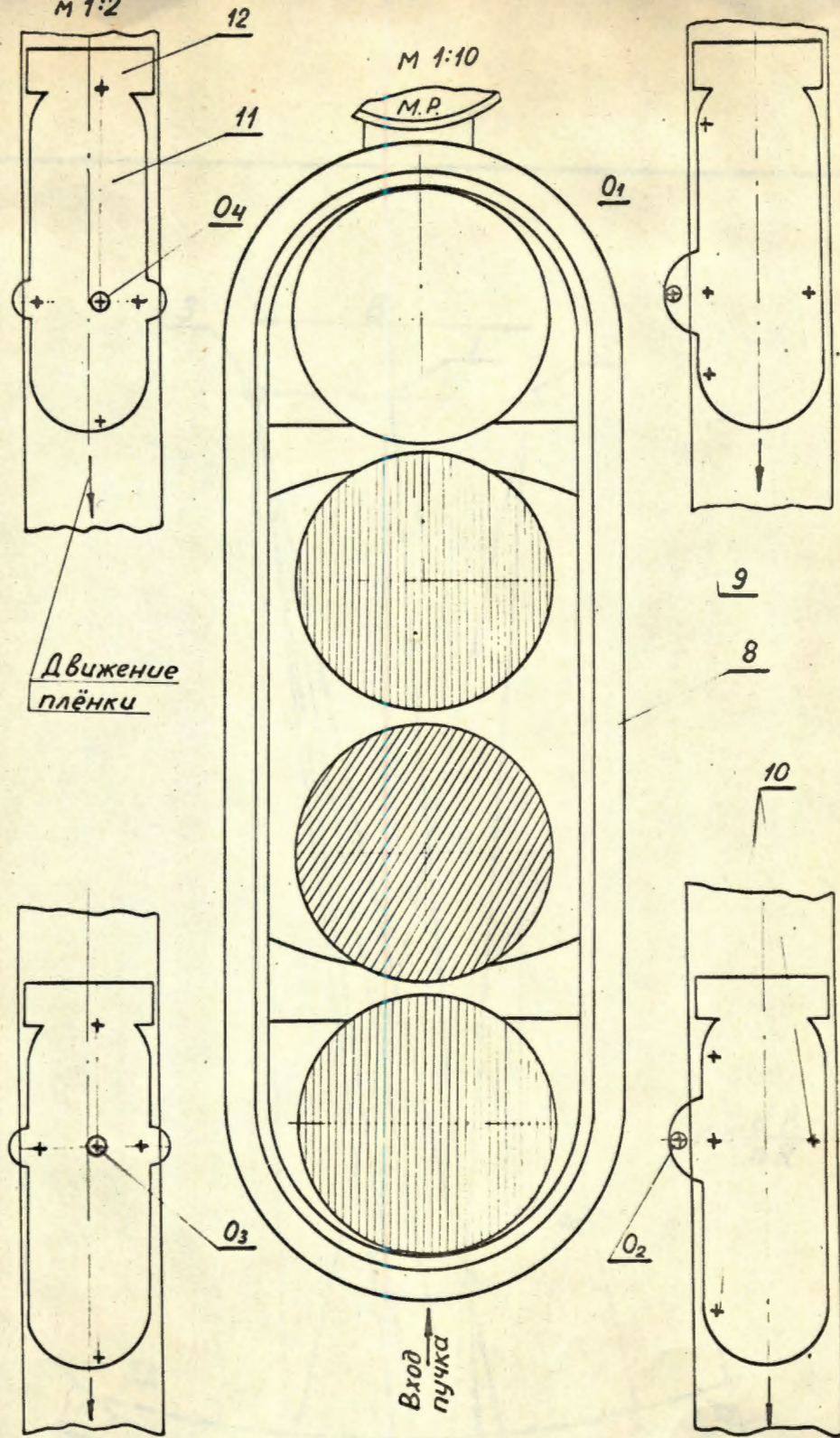


Рис. 8.

9. Пленка.
10. Реперные кресты внутреннего ориентирования.
11. Главный кадр.
12. Служебный кадр.
- O_1, O_2, O_3 и O_4 - главные точки четырех снимков.
- проекции оптических осей четырех
фотограмметрических камер.
- М.Р. - механизм расширения.

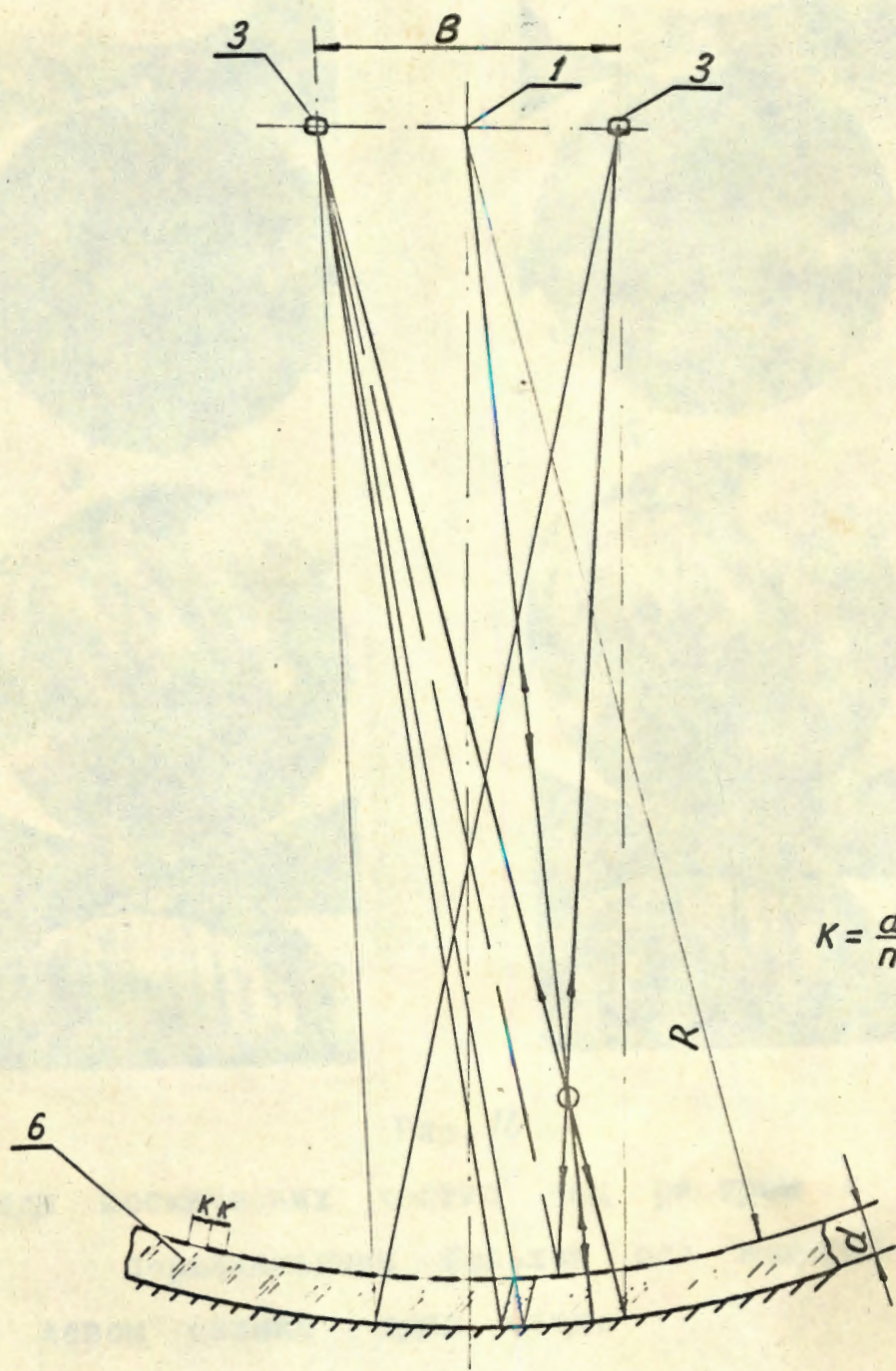


Рис. 9

- 1. Источник света.
- 3. Объективы фотокамеры.
- 6. Растровый элемент со сферическими поверхностями.

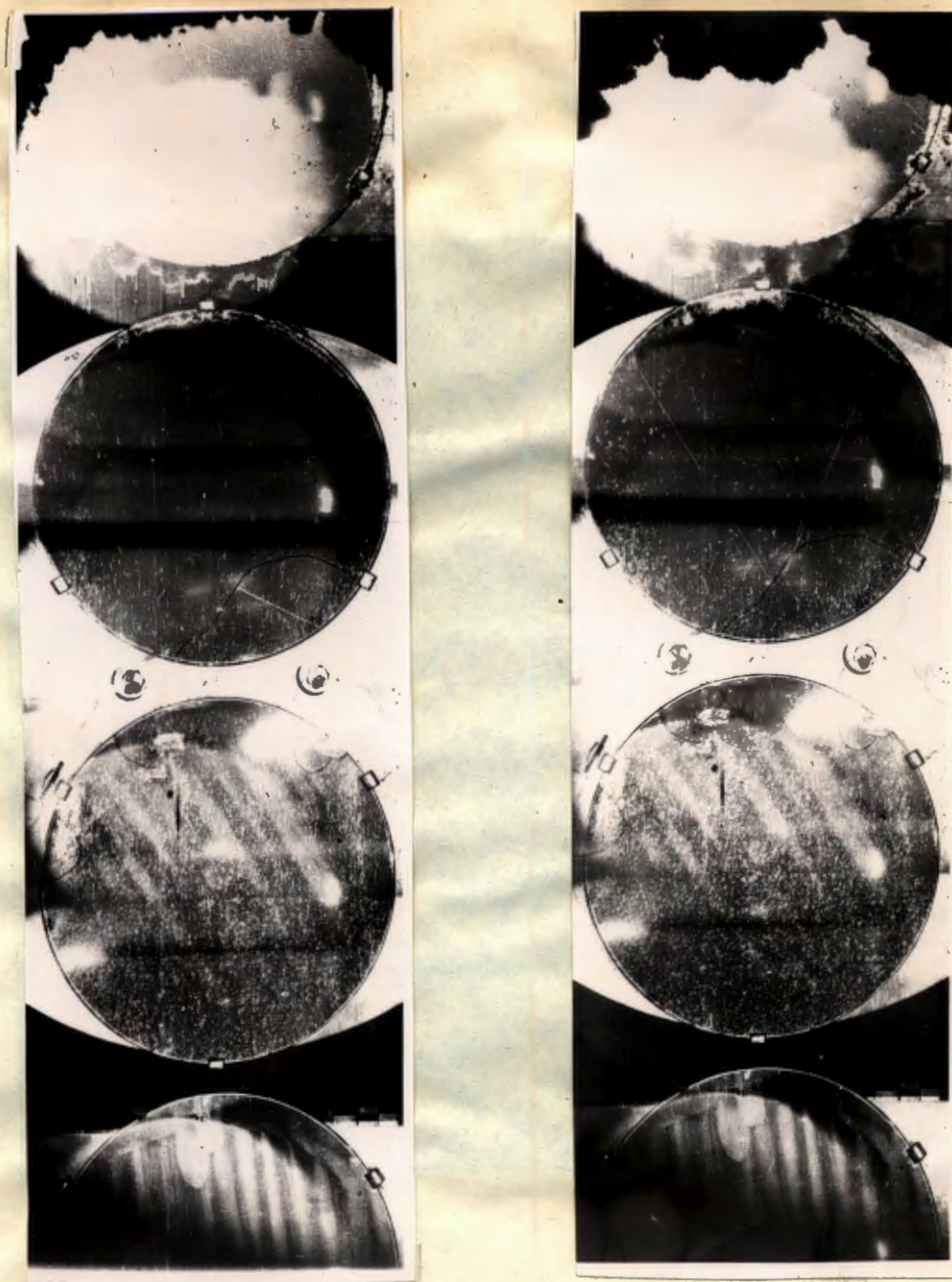


Рис. 10

Следы космических частиц над растром с полосами,
параллельными большой оси камеры.

На левом снимке - один след.

На правом снимке - два следа.

Мнимое изображение следа, расположенного слева,
едва заметно.

Мнимое изображение правого следа не обнаружено.

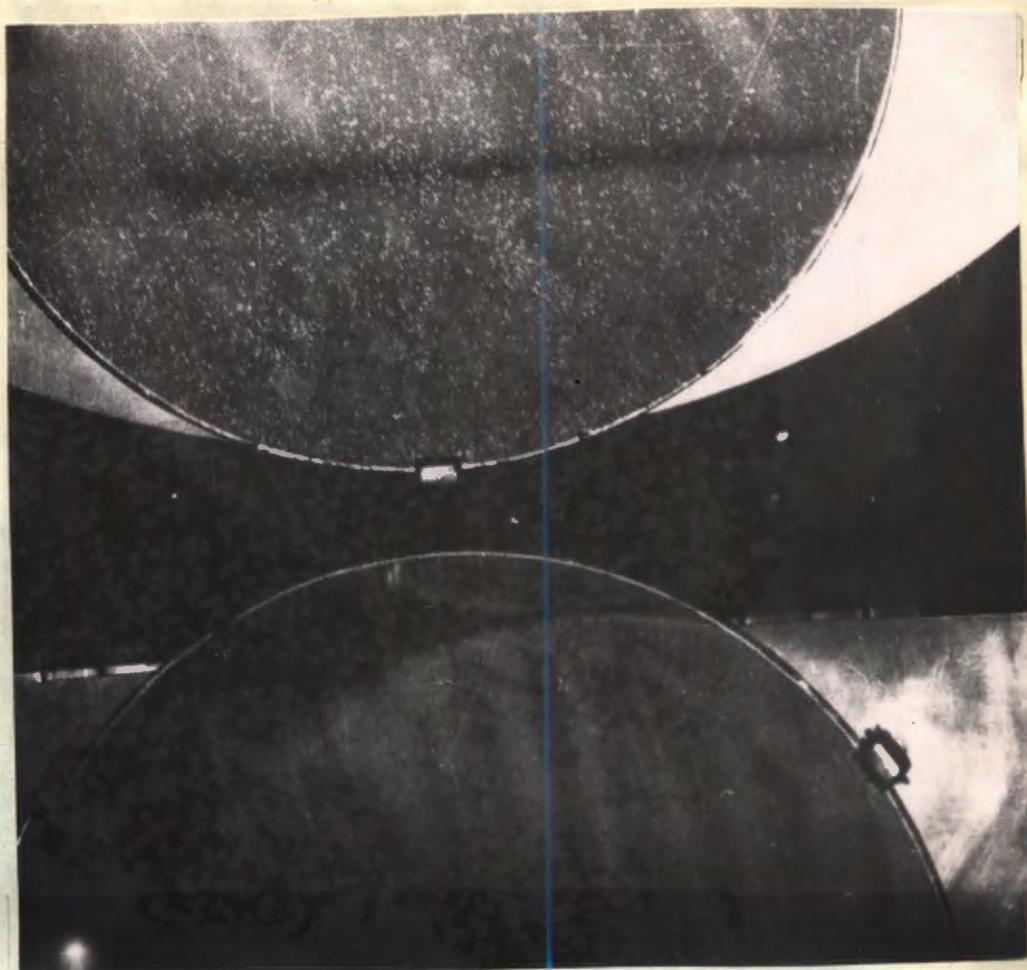


Рис. 11

След космической частицы в центральной части камеры.

Вверху - растровый элемент с наклонными полосами.

Внизу - растровый элемент с параллельными оси камеры полосами.



Рис. 12

След космической частицы над растром с параллельными оси камеры полосами и расположенном в наиболее удаленной от механизма расширения зоне.

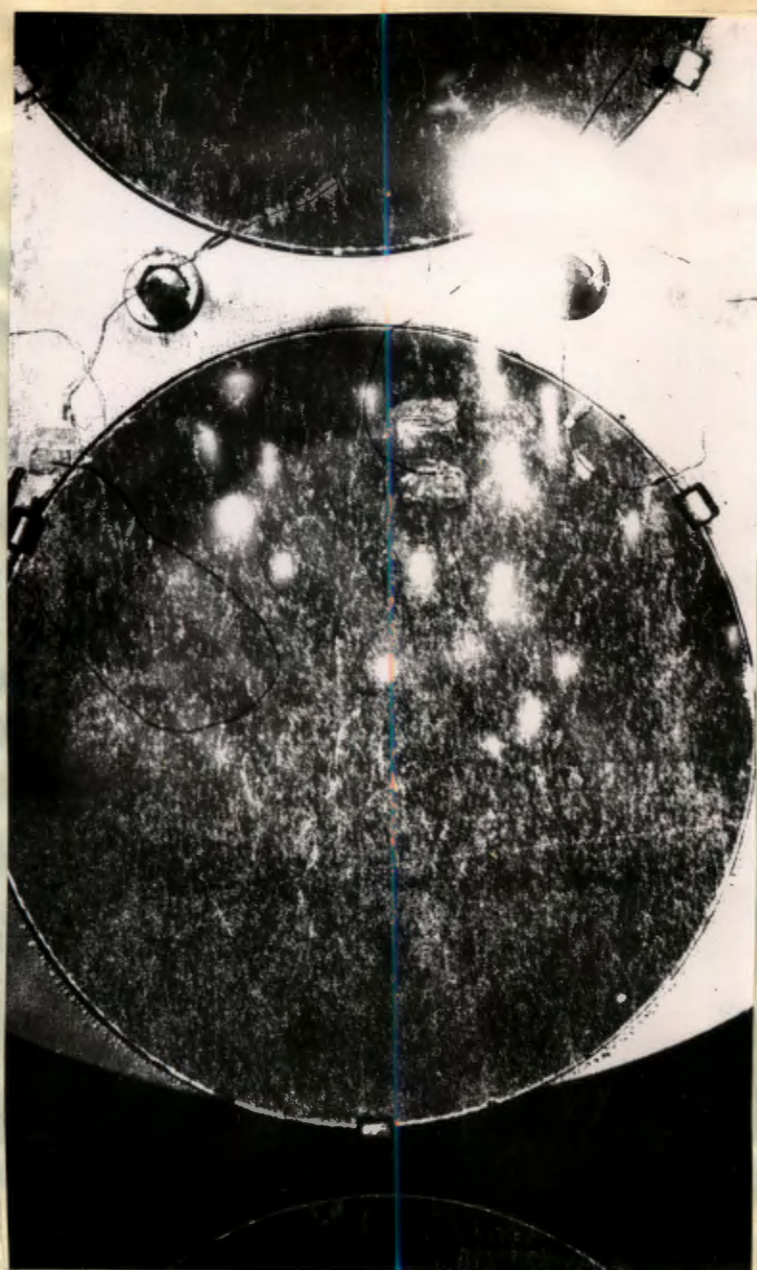


Рис. 13

След космической частицы над растром с
наклонными к оси камеры полосами.

наклонными к оси камеры полосами.



Рис. 14.

След космической частицы над растром с
наклонными к оси камеры полосами.

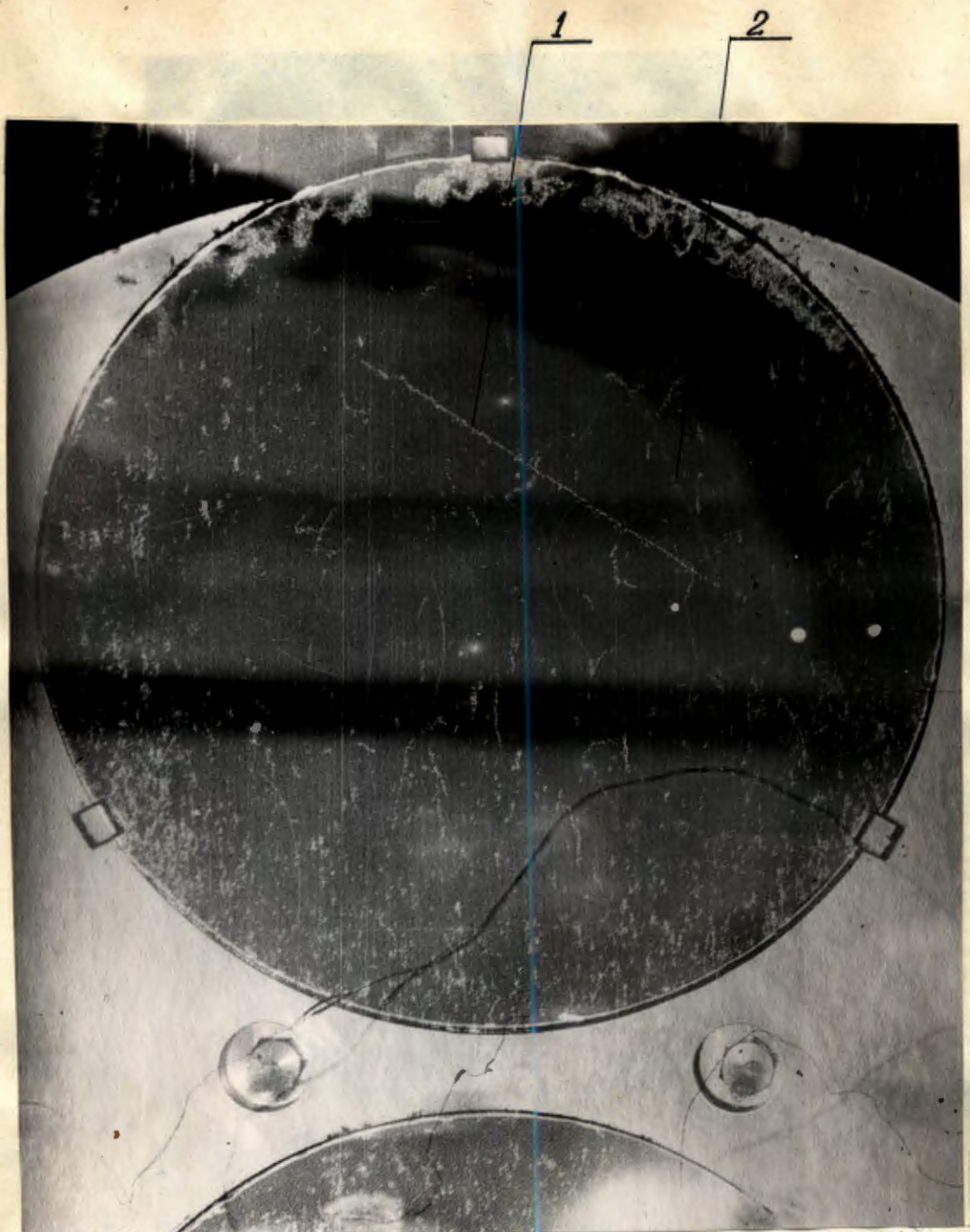


Рис. 15

След космической частицы над растром с полосами параллельными большой оси камеры.

1. Действительное изображение.

2. Мнимое изображение.

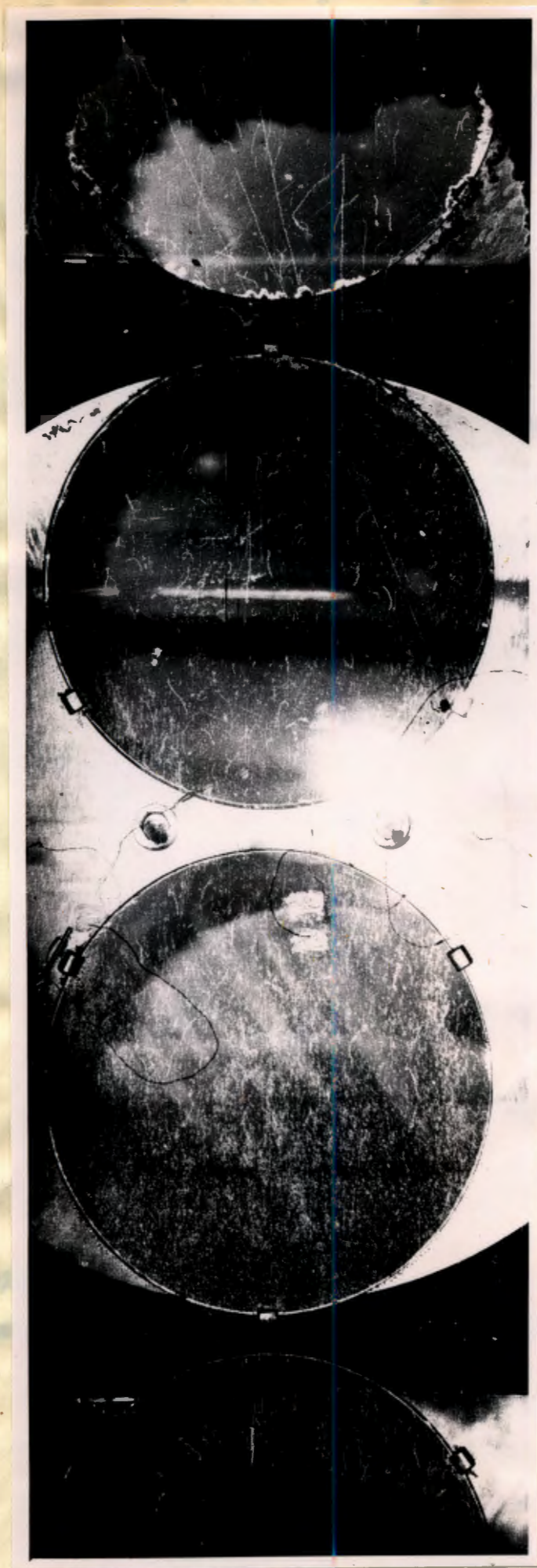


Рис. 16

Следы космических частиц.
То же, что и на рис. 17

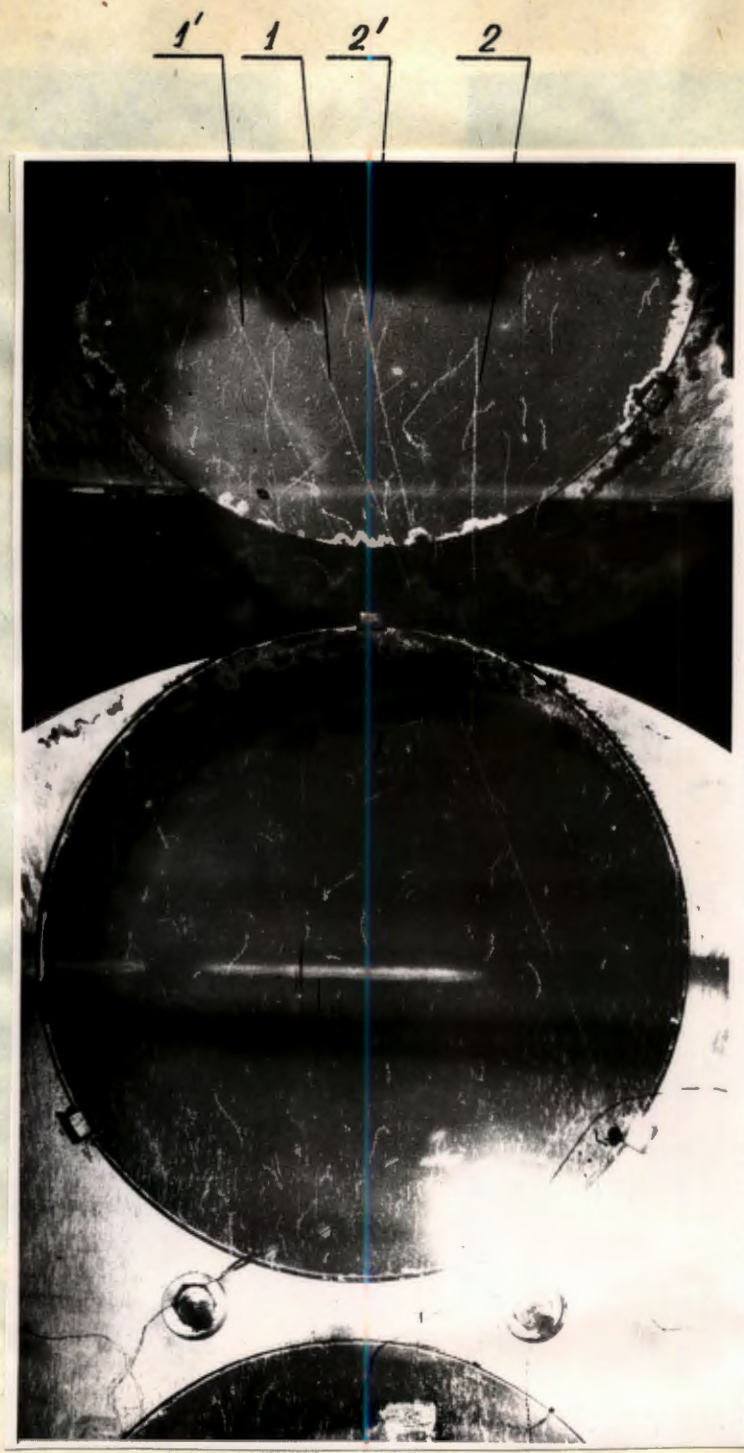


Рис. 17

Следы космических частиц над зеркалом и рас-
тром с параллельными оси камеры полосами.

- 1 и 1'. Действительное и мнимое изображения
следа 1-й частицы.
- 2 и 2'. Действительное и мнимое изображения
следа 2-й частицы.

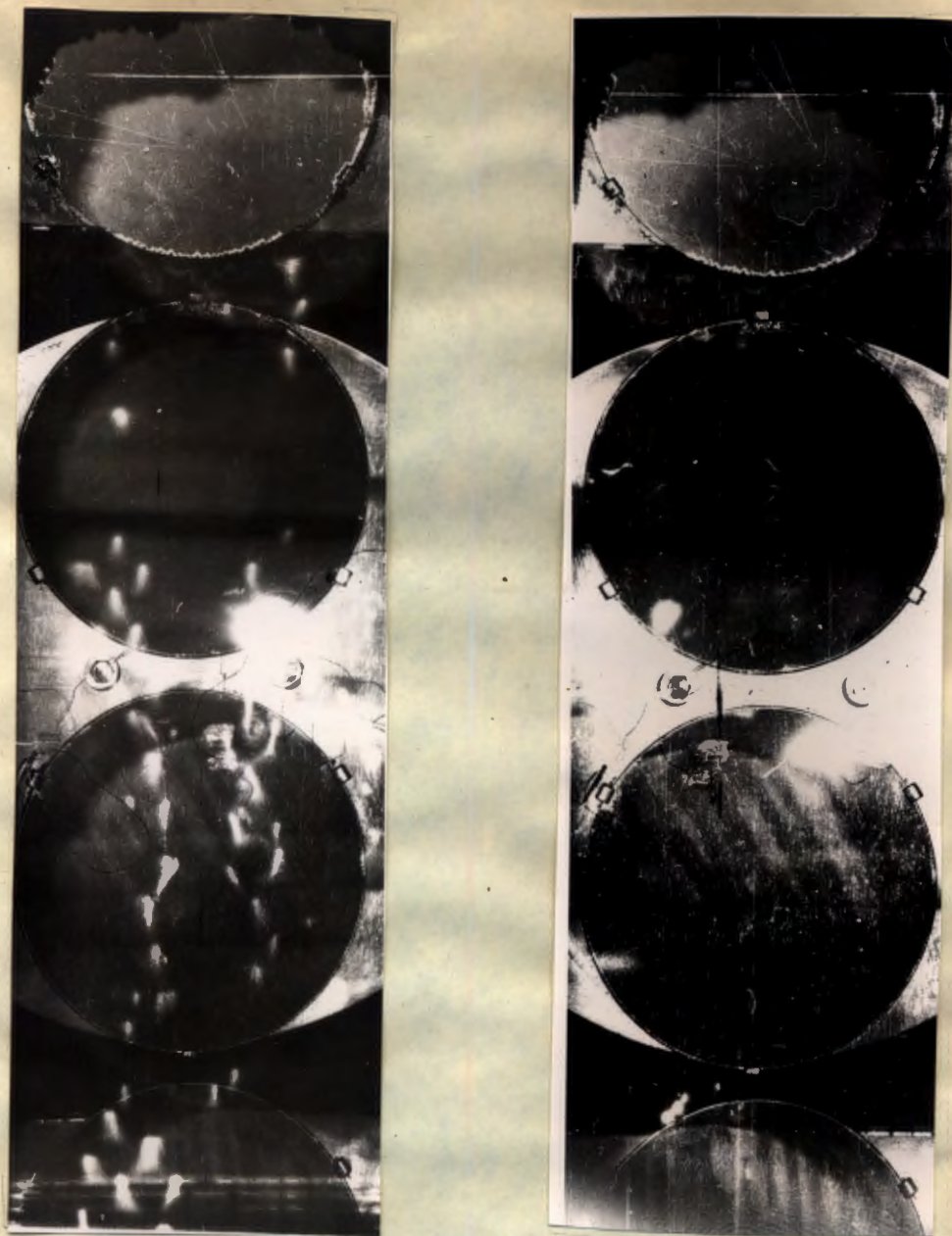


Рис. 18

Следы космических частиц над зеркалом.

1 и 1'. Действительное и мнимое изображения
1-й космической частицы.

2 и 2'. Действительное и мнимое изображение
2-й космической частицы.

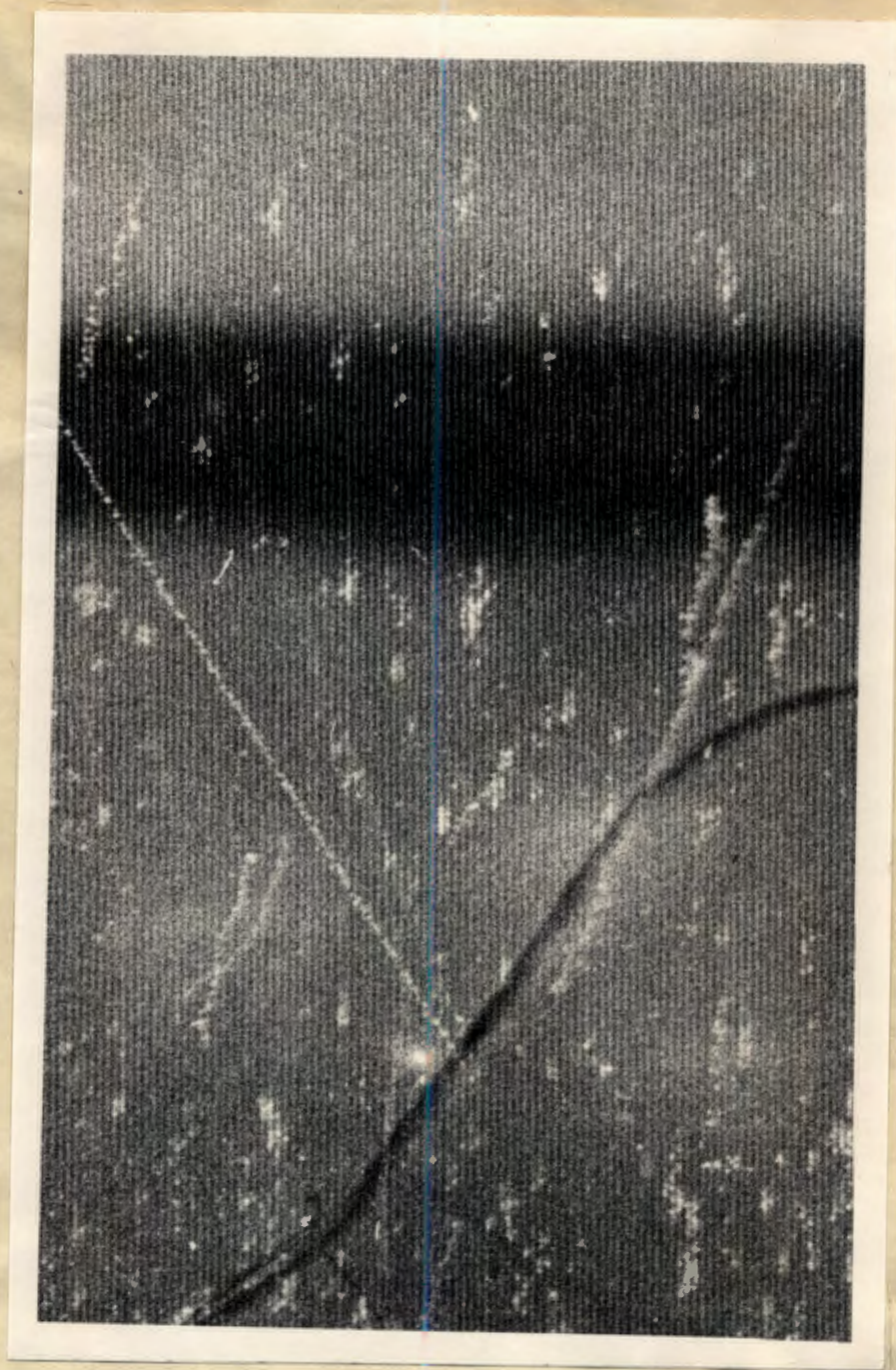


Рис. 19

Изображение следа над полосатым растром
примерно в натуральную величину.