



Трижды ордена Ленина  
ЛЕНИНГРАДСКОЕ  
ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКОЕ  
ОБЪЕДИНЕНИЕ  
имени В. И. ЛЕНИНА

# УСТРОЙСТВО ФАЗОВОТЕМНОПОЛЬНОЕ

## МФА-2

ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ И ИНСТРУКЦИЯ  
ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

---



## 1. НАЗНАЧЕНИЕ

**ФАЗОВОТЕМНОПОЛЬНОЕ УСТРОЙСТВО МФА-2** предназначено для исследования тонких (не более 0,005 мм) малоконтрастных препаратов, не видимых в микроскоп при обычных условиях наблюдения.

Устройство может применяться на биологических микроскопах серии «Биолам» для исследований в области биологии, бактериологии, ботаники, медицины и других смежных наук, особенно при исследовании живых малоконтрастных объектов без предварительной их окраски.

Устройство изготавливается для работы в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в лабораторных помещениях при температуре воздуха от +10 до +35° С.

## 2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Апертура фазовотемнопольного конденсора 1,2

Характеристики фазовотемнопольных объективов-ахроматов приведены в таблице.

Наименование объектива	Увеличение	Числовая апертура	Фокусное расстояние, мм	Рабочее расстояние, мм
Ахроматический 20×0,40ФА	20	0,40	8,40	1,70
Ахроматический 40×0,65ФА	40	0,65	4,35	0,55
Ахроматический 90×1,25ФА (масляная иммерсия)	90	1,25	1,96	0,10
Апохроматический 70×1,23ФА (водная иммерсия)	70	1,23	2,52	0,07

Примечание. Объективы рассчитаны на длину тубуса 160 мм, толщину препарата не более 0,005 мм и толщину покровного стекла 0,17 мм.

Габаритные размеры, мм . . . . . 110×100×50  
 Масса, кг . . . . . 0,65

### 3. СОСТАВ УСТРОЙСТВА

Основными частями устройства являются фазовотемнопольные объективы, конденсор и вспомогательный микроскоп.

Полный комплект устройства указан в его паспорте.

### 4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА

Принцип действия устройства основан на методе фазового контраста, позволяющем наблюдать малоокрашенные неконтрастные препараты.

Принципиальная оптическая схема показана на рис. 1.

Свет, исходящий из центра апертурной диафрагмы  $EP$ , проходит через конденсор  $K$  микроскопа, выходит из него параллельным пучком и падает на объект  $O$ , представляющий собой решетку. Затем свет попадает в объектив по своему первоначальному направлению, но вследствие дифракции частично отклоняется в направлениях  $\pm 1$  и  $\pm 2$ , как показано пунктирными линиями. Пучки лучей собираются объективом в его фокальной плоскости  $AP$ , где образуется дифракционное изображение апертурной диафрагмы конденсора: в точке  $O_1$  — от лучей, прошедших объект без преломления, в точках  $\pm 1$  — от преломленных лучей, показанных пунктиром.

Пучки лучей, идущие от дифракционного спектра, собираются в плоскости изображения  $O'$ , где вследствие их интерференции образуется изображение объекта  $O$ .

В выходном зрачке фазового объектива помещена фазовая пластинка с фазовым кольцом.

Для негативного фазового контраста фазовое кольцо получают нанесением на поверхность стекла тонкой кольцеобразной пленки прозрачного вещества. Получается выпуклое фазовое кольцо, которое вносит «запаздывание» в прямо прошедший свет. В этом случае объекты с показателем преломления большим, чем у среды, выглядят светлее окружающего фона.

Фазовотемнопольный контраст является разновидностью негативного фазового контраста. При фазовотем-

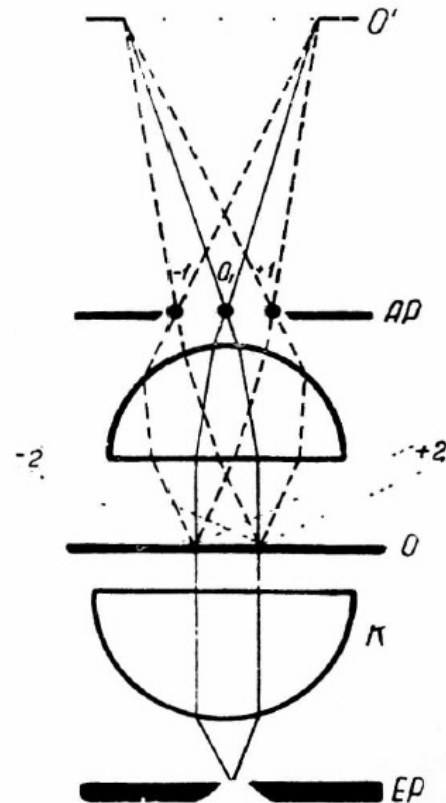


Рис. 1

нопольном контрасте фазовое кольцо имеет больший диаметр, чем при фазовом, и меньшее пропускание (8—10%).

Фазовотемнопольный метод имеет повышенную чувствительность, большую разрешающую способность и применяется в основном для исследования объектов с малыми изменениями оптической длины пути. При этом на золотисто-коричневом фоне поля выявляются светлые детали объекта; чем выше показатель преломления, тем светлее изображение.

Устройство МФА-2 с комплектом показано на рис. 2.

Основными частями устройства являются ахроматические фазовотемнопольные объективы 1, конденсор 2 с кольцевыми диафрагмами 3, которые устанавливаются на револьвере конденсора, и вспомогательный микроскоп 4.

В плоскости выходного зрачка фазовотемнопольного объектива имеется фазовое кольцо, которое изменяет фазу нулевого максимума на  $90^\circ$  и уменьшает его интенсивность. На колпачке таких объективов, помимо обычного обозначения, награвированы буквы «ФА». Пользоваться такими объективами при обычных исследованиях не рекомендуется, так как имеющееся в них фазовое кольцо снижает качество изображения.

Фазовотемнопольные объективы применяются с окулярами Гюйгенса или с компенсационными окулярами и позволяют получать общее полезное увеличение микроскопа до 1350.

Конденсор 2 фазовотемнопольного устройства отличается от обычного конденсора только тем, что в фокальной плоскости фазовотемнопольного конденсора помещены кольцевые диафрагмы.

На револьверном диске 5 (рис. 3) конденсора выполнены пять отверстий, в четырех из которых установлены



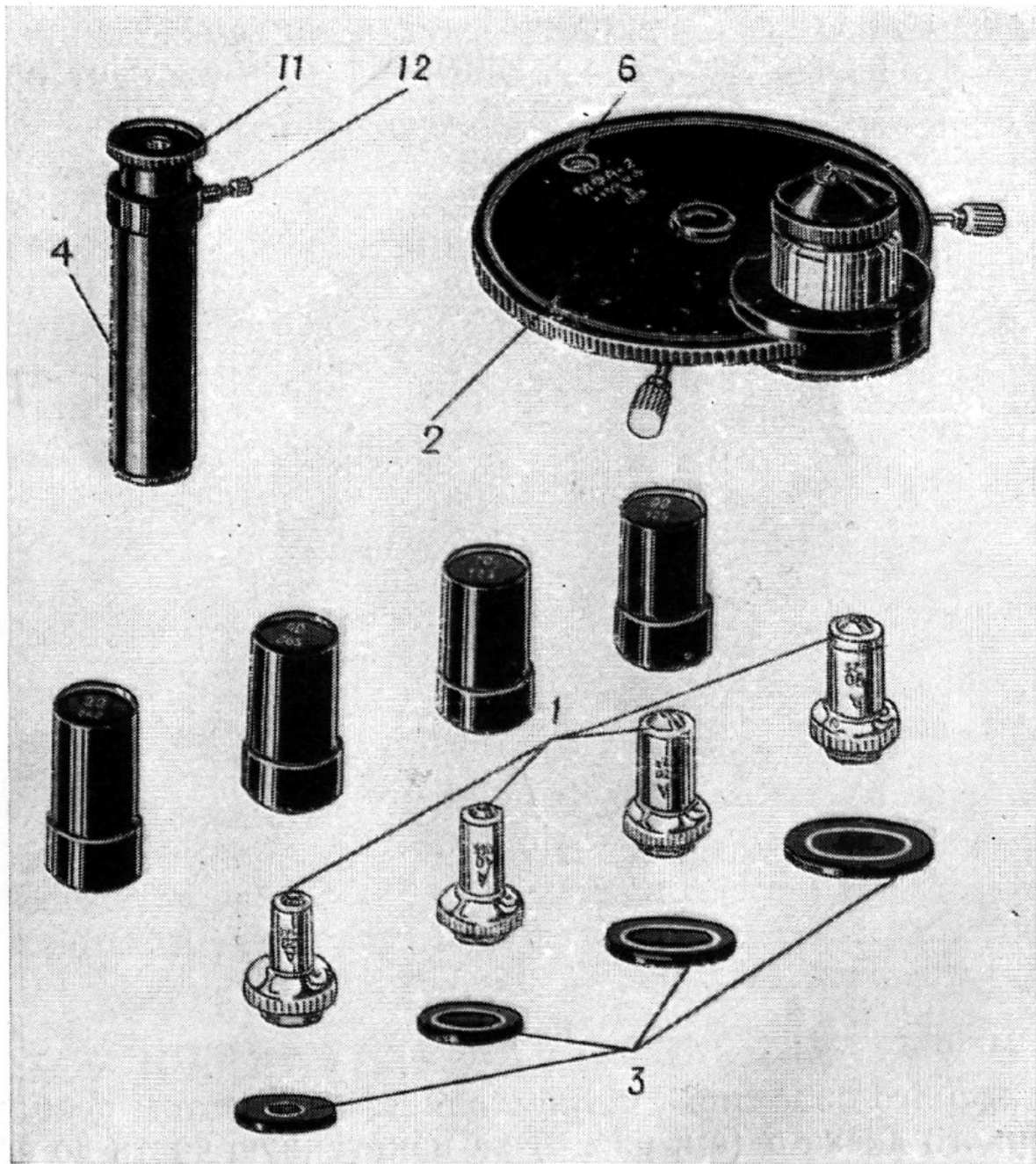


Рис. 2

кольцевые диафрагмы 3 (см. рис. 2). Пятое отверстие в диске (без кольцевой диафрагмы) включается в ход лучей при наблюдении обычным способом.

Смена кольцевой диафрагмы, в зависимости от при

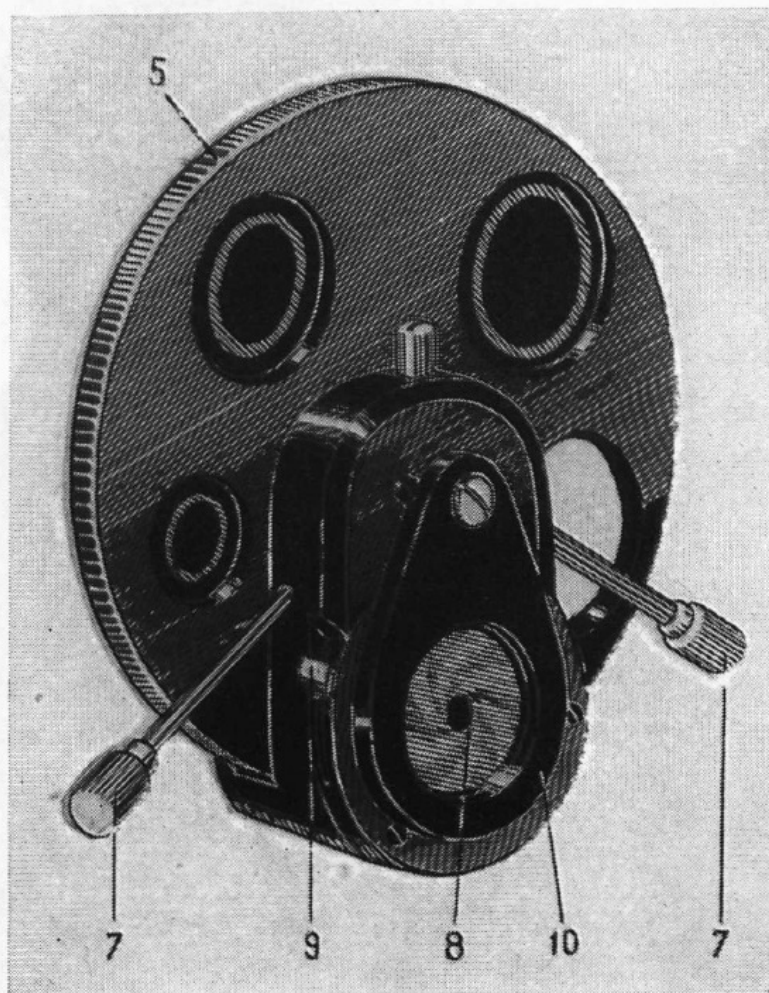


Рис. 3

меняемого объектива, осуществляется поворотом револьверного диска 5 (см. рис. 3) за накатанную часть до его фиксации; при этом в окне 6 (см. рис. 2) должна появиться цифра, соответствующая увеличению применяемого объектива. Два винта 7 (см. рис. 3) служат для центрировки кольцевой диафрагмы относительно фазового



кольца объектива. Ирисовая диафрагма 8 открывается с помощью рукоятки 9. Конденсор 2 (см. рис. 2) вставляется в кронштейн микроскопа и зажимается винтом. Для большего эффекта метода рекомендуется пользоваться зеленым светофильтром 10.

Вспомогательный микроскоп 4 служит для наблюдения за положением изображения кольцевой диафрагмы конденсора относительно фазового кольца объектива. Он вставляется в тубус основного микроскопа вместо окуляра и после выполнения центрировки снова заменяется окуляром. Вспомогательный микроскоп состоит из патрубков с объективом и патрубков с окуляром 11. Патрубок с окуляром вставляется в патрубок с объективом, перемещается в нем и стопорится в любом положении винтом 12.

## **5. МАРКИРОВАНИЕ**

На колпачке футляра фазовотемнопольных объективов, кроме обычной гравировки, награвированы буквы «ФА».

На диске фазовотемнопольного конденсора нанесены надпись «МФА-2», товарный знак предприятия-изготовителя, порядковый номер, две первые цифры которого означают две последние цифры года выпуска устройства.

## **6. ОБЩИЕ УКАЗАНИЯ ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ**

При получении устройства следует обратить внимание на сохранность упаковки и пломбы.

Устройство выпускается тщательно проверенным. Для обеспечения безотказной работы нужно содержать его в чистоте и предохранять от повреждений.

Особое внимание следует обращать на чистоту оптических деталей, особенно объективов. Пыль с наружных оптических поверхностей устройства и жировые налеты следует удалять мягкой тряпочкой или ватой, смоченной чистым бензином или ксилолом.

По окончании работы с иммерсионным объективом  $90 \times 1,25$  необходимо смыть масло с объектива и конденсора чистым бензином или эфиром. При смывании нужно обернуть палочку ватой, обмакнуть ее, стряхнуть излишки жидкости и осторожно без нажатия стереть иммерсионное масло.

Чистку объективов осуществляют только в оптических мастерских.

По окончании работы принадлежности устройства рекомендуется укладывать в ящик.

## 7. ПОРЯДОК РАБОТЫ

7.1. Вставьте в револьвер микроскопа фазовотемнопольные объективы, а в тубус — выбранный окуляр.

7.2. Установите конденсор в кольцо кронштейна микроскопа; револьверный диск фазовотемнопольного конденсора должен быть повернут так, чтобы в окне кожуха была видна буква «О» (свободное отверстие).

7.3. Поместите препарат на предметный столик микроскопа и сфокусируйте на него микроскоп при закрытой апертурной диафрагме.

7.4. Настройте осветитель в соответствии с техническим описанием применяемого микроскопа. Добейтесь подвижкой лампы резкого и центричного изображения нити лампы в плоскости ирисовой диафрагмы конденсора и, перемещая конденсор по высоте, добейтесь резкого изображения полевой диафрагмы в поле микроскопа.

Отцентрируйте полевую диафрагму относительно поля окуляра и откройте ее в соответствии с ним (подробнее см. технические описания микроскопа и осветителя).

7.5. Откройте полностью ирисовую диафрагму конденсора.

7.6. Вставьте вместо окуляра вспомогательный микроскоп и, перемещая его окуляр, сфокусируйте его на фазовое кольцо объектива.

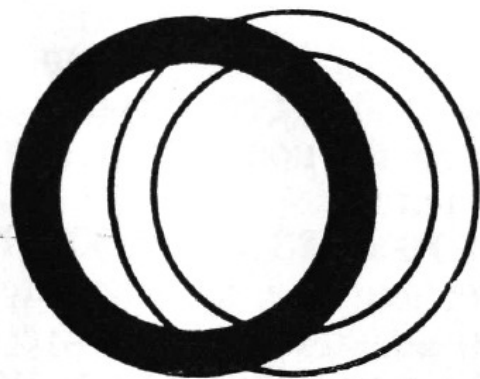


Рис. 4

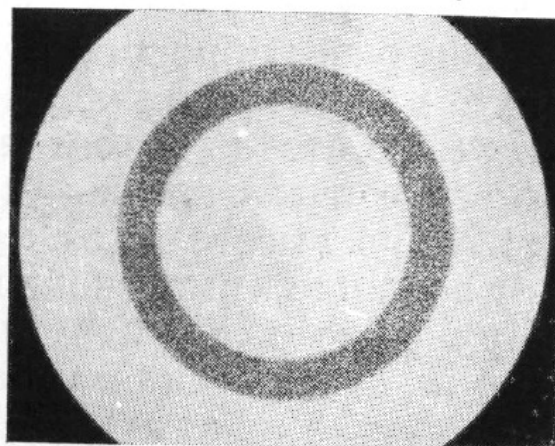


Рис. 5

При этом нельзя нарушать фокусировку микроскопа.

7.7. Включите вращением револьверного диска конденсора требуемую кольцевую диафрагму, при этом в окне кожуха конденсора должна появиться цифра, соответствующая увеличению выбранного объектива; во вспомогательном микроскопе помимо фазового кольца объектива должно быть видно светлое кольцо диафрагмы (рис. 4).

7.8. Совместите с помощью центрировочных винтов 7 (см. рис. 3) конденсора светлое кольцо диафрагмы с темным кольцом (рис. 5).

7.9. Снимите вспомогательный микроскоп и замените его выбранным окуляром.

7.10. Подвижкой конденсора по высоте добейтесь наиболее контрастного изображения объекта.

При работе с объективом  $70 \times 1,23$  нанесите на фронтальную линзу конденсора каплю воды, которая должна покрыть всю линзу. Вверните в револьвер объектив, установите на столик объект, поднимите конденсор до соприкосновения капли с нижней поверхностью стекла, нанесите по капле воды на фронтальную линзу объектива и на поверхность покровного стекла препарата и сфокусируйте микроскоп на объект.

При работе с объективом  $90 \times 1,25$  микроскоп настраивайте так же, как и для работы с объективом  $70 \times 1,23$ , но вместо воды нанесите на конденсор и препарат по капле иммерсионного масла.

При работе с объективом  $70 \times 1,23$  или  $90 \times 1,25$  можно не наносить на линзу конденсора воду или масло. В этом случае при настройке микроскопа установите револьвер конденсора на букву «О», поместите на предметный столик препарат, нанесите на препарат и фронтальную линзу объектива по капле иммерсионного масла или воды, в зависимости от применяемого объектива, прикройте апертурную диафрагму и сфокусируйте микроскоп на препарат. Конденсор установите по высоте так, чтобы полевая диафрагма была резко видна в поле микроскопа. Откройте полевую и апертурную диафрагмы, установите вместо окуляра вспомогательный микроскоп и сфокусируйте его на резкое изображение фазового кольца объектива. Постепенно поднимайте конденсор до тех пор, пока изображение светлого пятна (нить лампы) не разделится на светлое пятно в центре и кольцевую полосу и светлое кольцо диафрагмы не заполнит темное кольцо объектива. Установите револьвер конденсора на отметку «70» или

«90» в соответствии с применяемым объективом и вращением винтов 7 (см. рис. 3) отцентрируйте кольцевую диафрагму конденсора относительно фазового кольца объектива.

После каждой смены объектива или препарата необходимо заново проверить совмещение изображения кольцевой диафрагмы с фазовым кольцом объектива, так как расцентрировка снижает контраст изображения препарата.

Для перехода к наблюдению обычным методом в светлом поле достаточно переключить револьвер конденсора на букву «О». Следует помнить, что при работе в светлом поле качество изображения с фазовотемнопольными объективами будет хуже, чем с обычными объективами.

## **8. ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ**

При необходимости перебазирования в другое помещение устройство должно быть уложено в футляр.

При встряхивании ящика конденсор и объективы не должны перемещаться.

Допускается перевозка устройства всеми видами транспорта.

