

**МИКРОСКОП БИОЛОГИЧЕСКИЙ
ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
УНИВЕРСАЛЬНЫЙ
МБИ-15**

Техническое описание и инструкция
по эксплуатации

1. НАЗНАЧЕНИЕ

Универсальный исследовательский биологический микроскоп МБИ-15 предназначается для визуального наблюдения и фотографирования объектов в проходящем и падающем свете.

При освещении объектов проходящим светом исследования на микроскопе могут проводиться в светлом (прямое и косое освещение) и темном поле, методом фазового контраста, в поляризованном свете.

При работе в падающем свете исследования могут проводиться в светлом и темном поле, при смешанном освещении объекта, а также в свете видимой люминесценции объектов, возбуждаемой ультрафиолетовыми и синефиолетовыми лучами в диапазоне длин волн от 360 до 440 нм. Кроме того, при исследовании может быть применено освещение объекта сверху светом, возбуждающим люминесценцию, и одновременное освещение его снизу по методу темного поля или фазового контраста.

Для фотографирования исследуемых объектов в микроскоп встроен фотозатвор, работающий от руки (при фотографировании на пластинку) и от экспонометрического устройства (при фотографировании на пленку и пластинку). Фотографирование на микроскопе может осуществляться пленочной фотокамерой с размерами кадра 24×36 мм или пластиничной камерой с размерами снимка 9×12 см.

Микроскоп может применяться для исследований в области биологии, ботаники, зоологии, а также в других областях науки и техники.

Микроскоп МБИ-15 выпускается в четырех вариантах комплектации: I — МБИ-15 — полный комплект прибора; II — МБИ-15-1 — без принадлежностей, обеспечивающих наблюдение объекта в свете видимой люминесценции; III — МБИ-15-2 —

без импульсного источника света; IV — МБИ-15-3 — без принадлежностей, обеспечивающих наблюдение объекта в свете видимой люминесценции, без импульсного источника света, с комплектом серийных апохроматических объективов.

Различные варианты комплектации обеспечивают потребителю возможность выбора микроскопа в зависимости от специфики его работы. Виды работ, которые можно производить на микроскопах серии МБИ-15, указаны в табл. 1.

Таблица 1

Вид работы	Микроскоп			
	МБИ-15	МБИ-15-1	МБИ-15-2	МБИ-15-3
1. Наблюдение изображения объекта в проходящем свете в светлом поле при прямом и косом освещении	+	+	+	+
2. Изучение объектов по методу темного поля	+	+	+	+
3. Изучение объектов по методу фазового контраста	+	+	+	+
4. Изучение объектов в поляризованном свете	+	+	+	+
5. Изучение объектов в падающем свете	+	+	+	+
6. Изучение объектов при смешанном освещении	+	+	+	+
7. Наблюдение изображения объекта в свете люминесценции:				
при освещении возбуждающим светом сверху, через опак-иллюминатор и объектив, по методу светлого и темного поля	+	-	+	-
при освещении возбуждающим светом снизу, через конденсор	+	-	+	-
8. Фотографирование изображения объекта на пленку (размер кадра 24×36 мм) и на пластинку (размер снимка 9×12 см):				
с использованием осветителя, имеющего в качестве источника света лампу накаливания ОП12-100	+	+	+	+
с использованием осветителя, имеющего в качестве источника света ртутную лампу ДРШ250-3	+	-	+	-

Продолжение табл. 1

Вид работы	Микроскоп			
	МБИ-15	МБИ-15-1	МБИ-15-2	МБИ-15-3
с использованием осветителя, имеющего в качестве источника света импульсную лампу ИСК-25	+	+	-	-

Микроскоп МБИ-15 предназначается для эксплуатации в макроклиматических районах с умеренным и холодным климатом в помещениях с кондиционированным или частично кондиционированным воздухом при температуре воздуха от +10 до +25° С.

В помещении, где устанавливается микроскоп, не должно быть пыли, паров кислот и щелочей, а также станков или других установок, вызывающих вибрации.

Работа с иммерсионными объективами должна производиться в помещении с температурой воздуха от +10 до +25° С.

Прибор не должен эксплуатироваться в жилых домах или помещениях, подключаемых к электрическим сетям жилых домов.

2. ТЕХНИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ

Собственное увеличение бинокулярной насадки	1,0; 1,6; 2,5
Увеличение ахроматической линзы	1,2
Спектральный диапазон возбуждения люминесценции, нм	от 360 до 440
Спектральный диапазон исследуемой люминесценции, нм	от 440 до 700

Характеристики объективов для работы в проходящем свете указаны в табл. 2. Характеристики объективов для исследования методом фазового контраста указаны в табл. 3. Характеристики объективов для исследования в свете люминесценции указаны в табл. 4. Характеристики объективов для работы в отраженном свете указаны в табл. 5. Характеристики окуляров указаны в табл. 6.

Предметный столик:

пределы поворота	от 0 до 180°
пределы перемещения в вертикальном направлении, мм, не менее	от 0 до 30

Таблица 2

Наименование объективов	Шифр объектива	Увеличение и апертура	Система	Рабочее расстояние, мм	Поле с окуляром 10 ^x в плоскости объекта, мм	Рекомендованный окуляр	Рекомендуемый конденсор
Планахроматический	ОМ-3 ОМ-2	3,5×0,10 9×0,20	Сухая Сухая	23,40 13,50	3,31 1,21	М-10Ц 10 ^x	М-7П 7 ^x П М-10П 10 ^x П
Планапохроматический	ОПА-1 * ОПА-2 * ОПА-3 * ОПА-4 * ОПА-5 *	10×0,30 16×0,40 40×0,65 60×0,85 100×1,25	Сухая Сухая Сухая Сухая Масляная иммерсия	5,20 0,64 0,31 0,23 0,15	1,83 1,14 0,46 0,30 0,18	АКИ-6,3 К6,3 ^x	ПК-3 A=1,4
Ахроматический	О6 М-90	90×1,25-0,6	Масляная иммерсия	0,10	0,12	АМ-14Ц К10 ^x	АМ-13П К7 ^x П АМ-14Ф ФК10 ^x
Апохроматический	ОМ-18 ОМ-21 ОМ-16 О6АМ-60 О2АМ-90	10×0,30 20×0,65 40×0,95 60×1,0-0,7 90×1,30	Сухая Сухая Сухая Масляная иммерсия Масляная иммерсия	4,8 0,67 0,12—0,22 0,22 0,10	1,08 0,58 0,27 0,18 0,12	АМ-14Ц К10 ^x	ПК-3 A=1,4

При мечания: 1. Объективы рассчитаны на длину тубуса 160 мм и толщину покровного стекла 0,17 мм.

2. Поле объективов, отмеченные звездочкой, указано с окуляром К-6,3х.

3. Иммерсионный объектив 100×1,25 (масляная иммерсия) во избежание вывода из строя промывать только петролейным эфиром или чистым бензином.

Таблица 3

Наименование объективов	Шифр объектива	Увеличение и апертура	Система	Рабочее расстояние, мм	Поле с оку- ляром 10 ^x в плоскости объекта, мм	Рекомен- дусмый окуляр	Рекоменду- мый фото- окуляр	Рекомен- дусмый конденсор
Фазовый ахроматиче- ский	Ф-ОМ-27	20×0,40Ф	Сухая	1,70	0,58	M-10Ц 10 ^x	M-7П 7 ^x П	ПК-3
	Ф-МШ-Л	40×0,65ФЛ	Сухая	0,55	0,27	АМ-14Ц	M-10П 10 ^x П	
	Ф-ОХ-1	40×0,65Ф	Сухая					
	Ф-ОМ-41Л	90×1,25ФЛ	Масляная иммерсия	0,10	0,12	K10 ^x	АМ-13П К7 ^x П	
	Ф-ОМ-41	90×1,25Ф	Масляная иммерсия					
	Ф-ОМ-25	70×1,23Ф	Водная иммерсия	0,04—0,14	0,16	АМ-14Ц K10 ^x	АМ-14Ф ФК10 ^x	
Фазовый апохроматиче- ский								

При мечания: 1. Объективы рассчитаны на длину тубуса 160 мм и толщину покровного стекла 0,17 мм.

Объектив 70×1,23Ф имеет коррекционную оправу для поправки при отклонении толщины покровного стекла от 0,17 мм.

2. На корпусе объективов 40×0,65 и 90×1,25 нанесены буквы «Ф» или «ФЛ».

3. На корпусе объективов 20×0,40 и 70×1,23 нанесены буквы «Ф».

4. При использовании объективов масляной иммерсии для исследования объектов в свете люминесценции необходимо применять специальное нефлюоресцирующее иммерсионное масло из комплекта микроскопа.

5. Объективы 40×0,65ФЛ и 90×1,25ФЛ, предназначенные для работы по методу фазового контраста, могут быть использованы для наблюдения люминесценции при смешанном освещении.

8 Таблица 4

Наименование объективов	Шифр объектива	Увеличение и апертура	Система	Рабочее расстояние, мм	Поле с окуляром 10 ^x в плоскости объекта, мм	Рекомендуемый окуляр	Рекомендуемый фотоокуляр	Рекомендуемый конденсор
Ахроматический	ОМ-33Л	10×0,40	Сухая	3,06	1,67	АШ-4 ^{4x}	М-7П 7 ^x П	Телесъектив и конденсор КОН-3
	О5В-30Л	30×0,90	Водная иммерсия	1,16	0,55	АШ-5		
	ОМ-23Л	40×0,75	Водная иммерсия	1,80	0,27	АМ-14Л	АМ-13П	
	ОА-1Л	70×1,23	Водная иммерсия	0,07	0,16	К10 ^x	К7 ^x П	
Апохроматический						АМ-14Л	АМ-14Ф	То же
						К10 ^x	ФК10 ^x	

П р и м е ч а н и я: 1. Объективы рассчитаны на длину тубуса 160 мм и толщину покровного стекла 0,17 мм.
 Объектив 70×1,23 имеет коррекционную оправу для поправки при отклонении толщины покровного стекла от 0,17 мм.
 2. На корпусе объективов на гравирована буква «Л».
 3. Поле объективов 10×0,40 и 30×0,90 дано с окуляром 4^x.

Таблица 5

Наимено- вание объектива	Шифр объектива	Увелич- ение и апер- тура	Система	Рабочее расстоя- ние, мм	Поле с оку- ляром 10^x в плоскости объекта, мм	Рекомен- дуемый окуляр	Рекомен- дуемый фотооку- ляр
Ахромати- ческий	ОЭ-9	$9 \times 0,20$	Сухая	5,40	1,56	М-10Ц 10^x	М-7П $7^xП$ М-10П $10^xП$
	ОЭ-21Л	$21 \times 0,40$	Сухая	1,80	0,62		
	ОЭ-21	$21 \times 0,40$					
	ОЭ-40Л	$40 \times 0,65$	Сухая	0,61	0,32	АМ-14Ц	АМ-13П $K7^xП$
	ОЭ-40	$40 \times 0,65$					
	ОЭ-95	$95 \times 1,00$	Масля- ная им- мерсия	0,41	0,14	K10 ^x	АМ-14Ф $ФK10^x$

Приложения: 1. Объективы рассчитаны на длину тубуса 190 мм и на объекты без покровного стекла.

2. При применении иммерсионных объективов для исследования объектов в свете люминесценции необходимо использовать нефлюоресцирующее иммерсионное масло из комплекта микроскопа.

3. На корпусе объективов $21 \times 0,40$ и $40 \times 0,65$ нанесена буква «Л»; объективы применяются для исследования объектов в свете люминесценции.

Таблица 6

Наименование	Собственное увеличение	Фокусное расстояние, мм	Линейное поле, мм
Для визуального наблюдения			
АМ-14Ц	10,0	25,00	13
М-10Ц	10,0	25,00	14
АШ-4, АШ-5	4,0	60,70	17
АКШ-6,3	6,3	39,74	18
АКШ-17	16,0	15,60	11
АТ-38	15,0	17,00	12
Для фотографирования			
АМ-13П К7 ^x П	7	35,00	18
М-7П 7 ^x П	7	36,00	18
М-10П 10 ^x П	10	25,00	14
АКШ-16 К16 ^x	16	15,62	11
АМ-14Ф ФK10 ^x	10	25,00	13

цена деления нониусов для отсчета перемещения препарата в горизонтальной плоскости в продольном и поперечном направлениях, мм	0,1
цена деления шкалы барабана микрометрического механизма, мм	0,002
Апертура:	
конденсора темного поля ОИ-13	1,2
панкратического конденсора ПК-3	от 0,16 до 1,4
конденсора КОН-3	1,2
Источник света — лампа ОП12-100 (12 В, 100 В·А), ртутно-кварцевая лампа ДРШ250-3 и импульсная лампа ИСК-25.	
Питание ламп ДРШ250-3 и ИСК-25 осуществляется через соответствующие блоки питания, лампы ОП12-100 — через унифицированный источник питания «Гранат» от сети переменного тока напряжением (220 ± 22) В, частотой 50 Гц.	
Наибольшая потребляемая мощность, В·А	350
Габаритные размеры, мм, не более:	
микроскопа	1600×900×1400
блока питания лампы ДРШ250-3	160×480×360
унифицированного источника питания «Гранат»	320×160×150
пульта управления фотосъемкой	370×300×160
блока питания импульсной лампы	405×265×180
Масса, кг, не более:	
микроскопа	170
блока питания лампы ДРШ250-3	25
унифицированного источника питания «Гранат»	5
пульта управления фотосъемкой	12
блока питания импульсной лампы	16

3. СОСТАВ МИКРОСКОПА

В состав каждого микроскопа входят наборы объективов, окуляров, фотоокуляров и принадлежностей. Полный комплект микроскопа указан в его паспорте.

4. УСТРОЙСТВО И РАБОТА МИКРОСКОПА

4.1. Осветительная часть микроскопа

Осветительная часть микроскопа рассчитана по принципу нормального освещения. Эта часть обеспечивает работу в проходящем и отраженном свете, а также при смешанном освещении и в свете видимой люминесценции объектов.

При исследовании объектов в проходящем свете источником света является лампа накаливания ОП12-100. В этом случае источник света 1 (рис. 1) коллектором 2, линзами 3, 4, 5 и призмой 6 проецируется в плоскость ирисовой апертурной диафрагмы 7. При этом осветительная линза 3 и линза 4 проецируют изображение оправы коллектора 2 в плоскость ирисовой полевой диафрагмы 8, изображение которой проецируется панкратическим конденсором 9 в плоскость объекта.

Вместо панкратического конденсора в систему могут быть установлены конденсор 10 темного поля (ОИ-13) или конденсор 11 (КОН-3). При смене конденсора апертурная диафрагма 7 вместе с линзой 5 снимаются и на их место устанавливается телеобъектив 12. После установки телеобъектива источник света 1 проецируется коллектором 2, линзами 3 и 4, призмой 6 и телеобъективом 12 в плоскость ирисовой апертурной диафрагмы конденсора и далее линзами конденсора — в плоскость выходного зрачка объектива. При этом изображение полевой диафрагмы 8 проецируется телеобъективом и линзами конденсора в плоскость объекта 13.

В осветительную систему могут быть введены светофильтры 14.

Оптическая система микроскопа рассчитана на объективы для длины тубуса 190 мм, поэтому для сохранения коррекции системы при применении объективов, рассчитанных на длину тубуса 160 мм, введена ахроматическая линза 15, повышающая общее увеличение системы в 1,2 раза.

При исследовании объектов в отраженном свете в светлом поле в ход лучей включаются зеркало 16 и отражатель 17 («СП»). В этом случае источник света 1 проецируется коллектором 2, зеркалом 16 и линзой 18 в плоскость ирисовой апертурной диафрагмы 19, изображение которой зеркалом 20, бифокальной линзой 21 и отражателем 17 проецируется в плоскость выходного зрачка эпиобъектива 22. Изображение ирисовой полевой диафрагмы 23 проецируется бифокальной линзой 21, отражателем 17 и эпиобъективом 22 в плоскость объекта 13.

Для работы в темном поле в ход лучей включаются кольцевая диафрагма 24 и зеркало 25 и полностью открываются апертурная диафрагма 19 и полевая диафрагма 23. В этом случае лучи от источника света проходят через бифокальную линзу 21 широким пучком. Затем центральная часть пучка срезается кольцевой диафрагмой 24, а краевые лучи пучка направляются кольцевым зеркалом 25 («ТП»), включаемым вместо отражателя 17, в зеркальный конденсор эпиобъектива 22 и далее — на объект. Апертура объектива и зеркального конденсора рассчитана так, что в объектив могут попасть только те лучи, которые отражаются или рассеиваются от структуры объекта, чем и достигается светлое изображение объекта на темном фоне поля микроскопа.

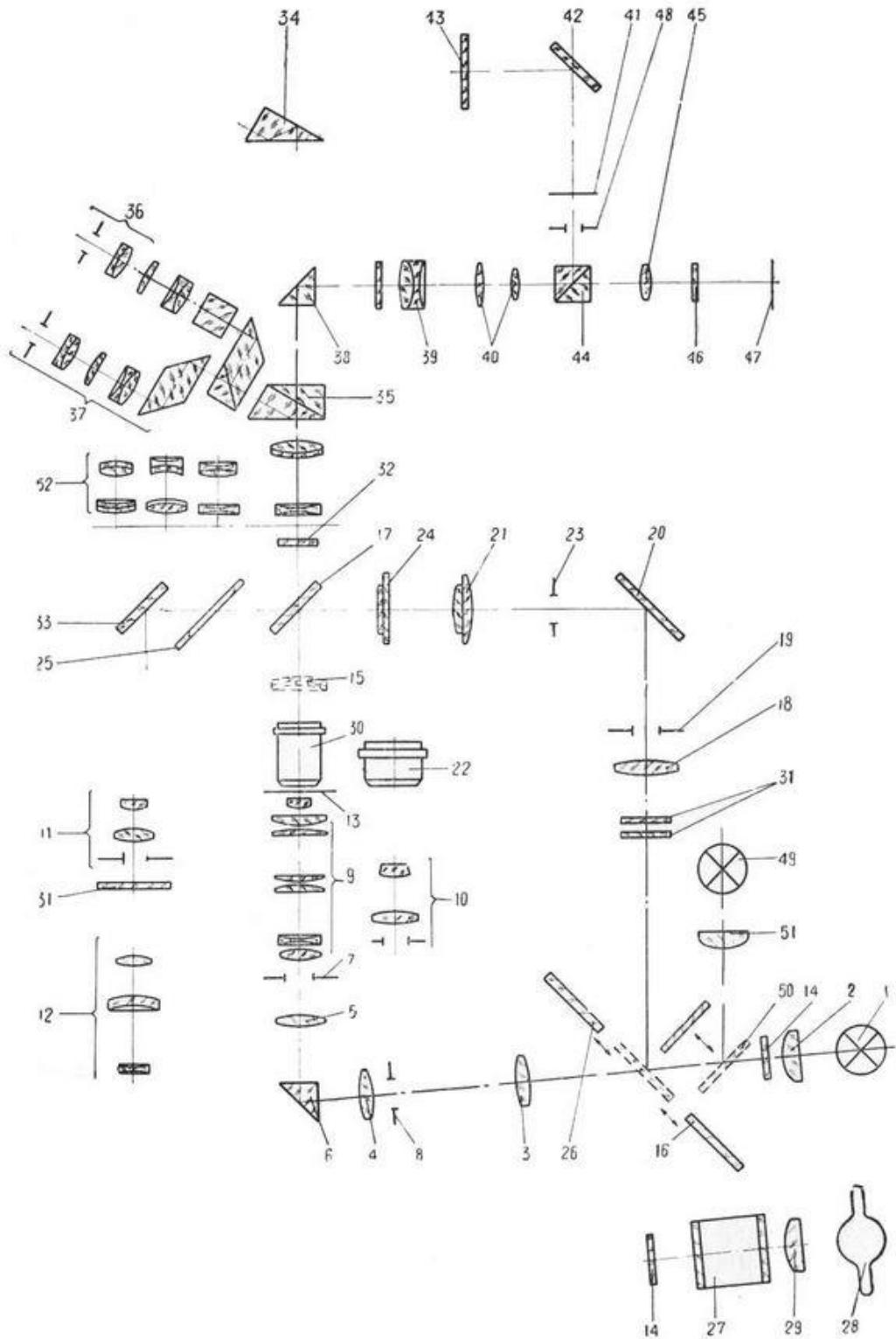


Рис. 1

При исследовании полупрозрачных и непрозрачных объектов (например, мелких насекомых, зерен кристаллов и др.) при небольших увеличениях применяется смешанное освещение, т. е. одновременное освещение объекта снизу, через конденсор, и сверху, через объектив. В этом случае разделение светового пучка осуществляется с помощью светофильтровой пластиинки 26.

При исследовании объектов в свете люминесценции в качестве источника света применяется ртутная лампа ДРШ250-3, интенсивно излучающая свет в сине-фиолетовой и в ближней ультрафиолетовой областях спектра.

Для выделения определенных участков спектра из общего излучения источника света в комплекте микроскопа имеется набор

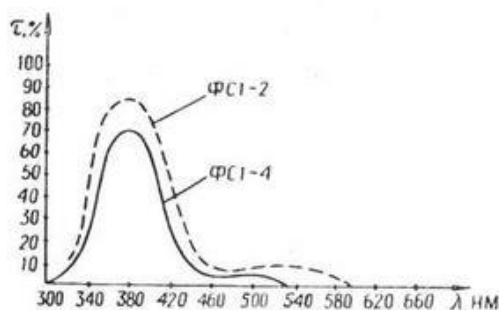


Рис. 2

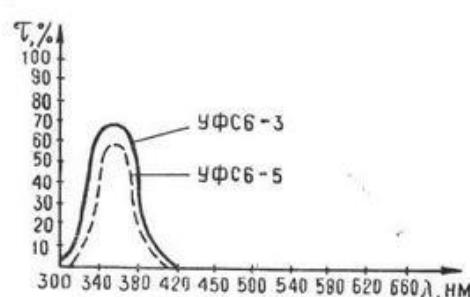


Рис. 3

светофильтров в оправах. Светофильтры ФС1-2 (цифра после дефиса обозначает толщину светофильтра), ФС1-4 и СС15-2 применяются для возбуждения люминесценции объектов сине-фиолетовыми лучами с максимумом пропускания $\lambda = 400 \text{ нм}$. Кривые пропускания этих светофильтров показаны на рис. 2.

Светофильтры УФС6-3 и УФС6-5 применяются для возбуждения люминесценции объектов ультрафиолетовыми лучами с максимумом пропускания $\lambda = 365 \text{ нм}$. Кривые пропускания этих светофильтров показаны на рис. 3. При возбуждении люминесценции ультрафиолетовыми лучами с помощью светофильтров УФС6 в образовании изображения может участвовать весь видимый свет, в то время как при возбуждении люминесценции сине-фиолетовым светом ($\lambda = 400—440 \text{ нм}$) в изображении можно наблюдать только зеленоватые, желтые и красные цвета.

Светофильтры УФС6 рекомендуется применять в основном при изучении первичной люминесценции объектов, а также в том случае, когда в изображении объектов требуется получить большое разнообразие цветов.

При изучении вторичной люминесценции флюорохромированных препаратов для возбуждения люминесценции достаточно использовать светофильтры, пропускающие сине-фиолетовую область спектра.

Все светофильтры, предназначенные для возбуждения люминесценции объектов, пропускают красные и инфракрасные лучи, поэтому рекомендуется совместно с ними применять светофильтр СЗС24-4 или СЗС7-2. Кривые пропускания светофильтров СЗС24-4 и СЗС7-2 показаны на рис. 4.

Длительное облучение объектов ультрафиолетовым светом приводит к их выцветанию, особенно если они флюорохромированы. Для защиты объекта рекомендуется в промежутках между

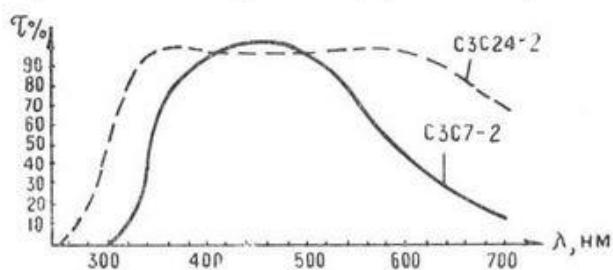


Рис. 4

исследованиями устанавливать в осветительную систему микроскопа светофильтр БС8-2, который прозрачен для видимой области спектра и срезает ультрафиолетовую его часть.

Непосредственно после коллектора располагается теплопоглотительная кювета 27 (см. рис. 1), предохраняющая светофильтры от нагревания.

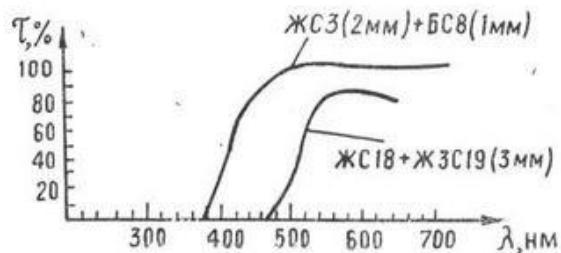


Рис. 5

Для ослабления светового потока при визуальном наблюдении применяются нейтральный светофильтр НС10 и светофильтр МС13-2.

Лучи, возбуждающие люминесценцию объекта, после того как они прошли препарат и вызвали его свечение, необходимо убрать с помощью «запирающего» светофильтра.

«Запирающие» светофильтры — сменные и используются в определенном сочетании со светофильтрами возбуждения. Светофильтр, склеенный из стекол ЖС3 и БС8, используется при работе со светофильтрами УФС6. Светофильтр, склеенный из стекол ЖС18 и ЖЗС19, используется при работе со светофильтрами возбуждения из стекол ФС1 или СС15.

Кривые пропускания светофильтров ЖС3, БС8, ЖС18 показаны на рис. 5.

При исследовании возбуждение люминесценции объекта может осуществляться при освещении объекта сверху, через опак-иллюминатор и объектив, и снизу, через конденсор. Кроме того, при наблюдении люминесценции может быть применено смешанное освещение объекта, когда возбуждение люминесценции осуществляется верхним светом при одновременном освещении объекта снизу, по методу темного поля или фазового контраста.

При освещении объекта снизу, через конденсор, источник света 28 (см. рис. 1) коллектором 29, линзами 3, 4 и призмой 6 проецируется в плоскость ирисовой апертурной диафрагмы конденсора 11 (КОН-3) и далее линзами конденсора — в выходной зрачок объектива 30.

Изображение полевой диафрагмы 8 линзой 4, призмой 6, телеобъективом 12 и конденсором 11 проецируется в плоскость объекта.

Светофильтры 31, применяемые для возбуждения люминесценции, размещаются между телеобъективом и конденсором. «Запирающий» светофильтр 32 установлен перед бинокулярной насадкой. В этом случае для сохранения коррекции системы в ход лучей вводится ахроматическая линза 15.

Для освещения объекта сверху, через объектив, при работе в светлом поле в ход лучей вводятся зеркало 16 и светоделительная пластинка 33 со специальным покрытием, отражающим лучи в пределах длин волн от 360 до 400 нм и пропускающим лучи в пределах длин волн от 440 до 700 нм. В этом случае источник света 28 проецируется коллектором 29, зеркалом 16 и осветительной линзой 18 в плоскость апертурной диафрагмы 19, изображение которой зеркалом 20, бифокальной линзой 21 и светоделительной пластинкой 33 проецируется в выходной зрачок эпиобъектива 22. Изображение полевой диафрагмы 23 бифокальной линзой 21, светоделительной пластинкой 33 и эпиобъективом 22 проецируется в плоскость объекта. Свет люминесценции объекта проходит в визуальную насадку через эпиобъектив 22 и светоделительную пластинку 33. Светофильтры 31, служащие для возбуждения люминесценции, устанавливаются в этом случае перед осветительной линзой 18.

Для освещения объекта сверху, через объектив, при работе в темном поле вместо светоделительной пластинки 33 включаются кольцевое зеркало 25 и кольцевая диафрагма 24, перекрывающая центральную часть пучка. В этом случае лучи от источника света 28, пройдя широким пучком через периферийную зону бифокальной линзы 21, попадают на кольцевое зеркало 25, которое направляет свет в зеркальный параболический конденсор эпиобъектива 22, концентрирующий свет на объекте.

При исследовании в свете люминесценции объектов по методу темного поля с применением эпиобъектива ненамного снижается освещенность объекта, но повышается контрастность изображения.

Смешанное освещение объекта, т. е. сочетание освещения верхним светом, возбуждающим люминесценцию, с нижним светом, по методу темного поля или фазового контраста достигается за счет разделения светового пучка, идущего от коллектора, с помощью светоделительной пластинки 26 с интерференционным покрытием.

4.2. Наблюдательная и фотографическая части схемы

Объективом микроскопа при любом виде освещения создается увеличенное изображение объекта, которое проецируется в плоскость полевой диафрагмы окуляров, установленных в бинокулярную насадку.

От объекта, освещенного проходящим или отраженным светом, лучи, пройдя объектив и ахроматическую линзу 15, включаемую при работе с объективом, рассчитанным на длину тубуса 160 мм, падают на призму 34 или светоделительную призму 35. При включенной призме 34 лучи направляются в визуальный тубус и проецируют изображение объекта в плоскость полевой диафрагмы окуляров 36 бинокулярной насадки 37. При включенной призме 35 часть лучей (около 80%) направляется призмой 38 и коллектором 39 в фокальную плоскость сменившего фотоокуляра 40, в которую в этом случае проецируется изображение объекта. С помощью фотоокуляра 40 изображение объекта проецируется или непосредственно на фотопленку 41, или через зеркало 42 — на фотопластинку 43. При этом меньшая часть света попадает в визуальный тубус, чем и обеспечивается одновременное наблюдение за объектом во время фотографирования.

За фотоокуляром 40 расположена призма-куб 44 со светоделительным покрытием, направляющая небольшую часть света (около 10—15%) на линзу 45 и далее через светофильтр 46 в плоскость фотокатода фотоэлектронного умножителя 47. Между призмой-кубом 44 и фотопленкой 41 расположен фотозатвор 48.

При фотографировании с импульсным источником света 49 (лампа ИСК-25) в ход лучей дополнительно включаются светоделительная пластина 50 и коллектор 51. В этом случае часть лучей от источника света 1 (лампа ОП12-100) или от источника света 28 (лампа ДРШ250-3) в зависимости от вида освещения и метода микроскопирования попадает в систему и непрерывно освещает объект.

Изменение окулярного увеличения одновременно в наблюдательной и фотографической частях микроскопа осуществляется включением одной или систем линз 52 бинокулярной насадки.

Контроль за правильностью настройки освещения при всех методах микроскопирования, особенно при настройке освещения

для работы по методу фазового контраста, осуществляется визуальным наблюдением при включенной дополнительной системе бинокулярной насадки, имеющей гравировку «ФК».

4.3. Электрическая схема

Электрическая часть микроскопа предназначена для автоматической отработки времени экспозиции при фотографировании и для обеспечения постоянного или импульсного освещения объекта.

Электрическая схема пульта управления фотосъемкой обеспечивает автоматическую отработку времени экспозиции при фотографировании наблюдаемого под микроскопом объекта на черно-белую фотопленку со светочувствительностью от 1 до 180 ед. ГОСТ с последующей перемоткой пленки на 1 кадр и на фотографическую пленку со светочувствительностью от 4,5 до 180 ед. ГОСТ, причем для пленок с высокой светочувствительностью обеспечиваются минимальные выдержки от $1/25$ с, для пленок с низкой светочувствительностью — максимальные выдержки до 15 минут.

Принцип действия пульта управления фотосъемкой состоит в следующем. Часть светового потока, проходящего через объект, попадает на фотокатод фотоэлектронного умножителя ФЭУ-31. На выходе умножителя ток пропорционален световому потоку, падающему на фотокатод. Световой поток зависит от интенсивности освещения объекта и его оптической плотности.

В зависимости от светочувствительности применяемого фотоматериала электрическая схема отрабатывает время экспонирования, которое равно времени изменения заряда конденсатора до определенного значения напряжения.

После того как напряжение на зарядном конденсаторе достигает определенного значения, отключается питание фотозатвора и он закрывается. Затем на время порядка 0,4 секунды подается питание на электродвигатель перемотки пленки. Электродвигатель остановится после того, как кулачок, установленный в фотокамере и соединенный с мерным валиком, повернется на 1 оборот и разомкнет цепь питания электродвигателя, и микроскоп готов к фотографированию следующего кадра.

В пульте управления фотосъемкой имеется цепь блокировки фотоэлектронного умножителя от излишне больших световых потоков. Если освещенность фотокатода фотоэлектронного умножителя превышает допускаемую величину, то отключается питание фотоэлектронного умножителя и в этом состоянии схема не работает. Для возвращения схемы в исходное состояние необходимо уменьшить освещенность объекта.

В микроскопе предусмотрена работа с тремя источниками света: лампой накаливания ОП12-100, ртутной лампой ДРШ250-3 и импульсной лампой ИСК-25.

Питание лампы ОП12-100 осуществляется через унифицированный источник питания «Гранат», а питание ламп ДРШ250-3 и ИСК-25 — через соответствующие блоки питания.

В блоке питания лампы ИСК-25 напряжение на рабочих конденсаторах регулируется трехпозиционным переключателем, что позволяет изменять энергию вспышки лампы. В момент вспышки лампы срабатывает фотозатвор микроскопа.

4.4. Конструкция

Прибор состоит из микроскопа 53 (рис. 6), рабочего стола 54 с амортизатором 55 и двумя тумбами 56, блока 57 питания им-

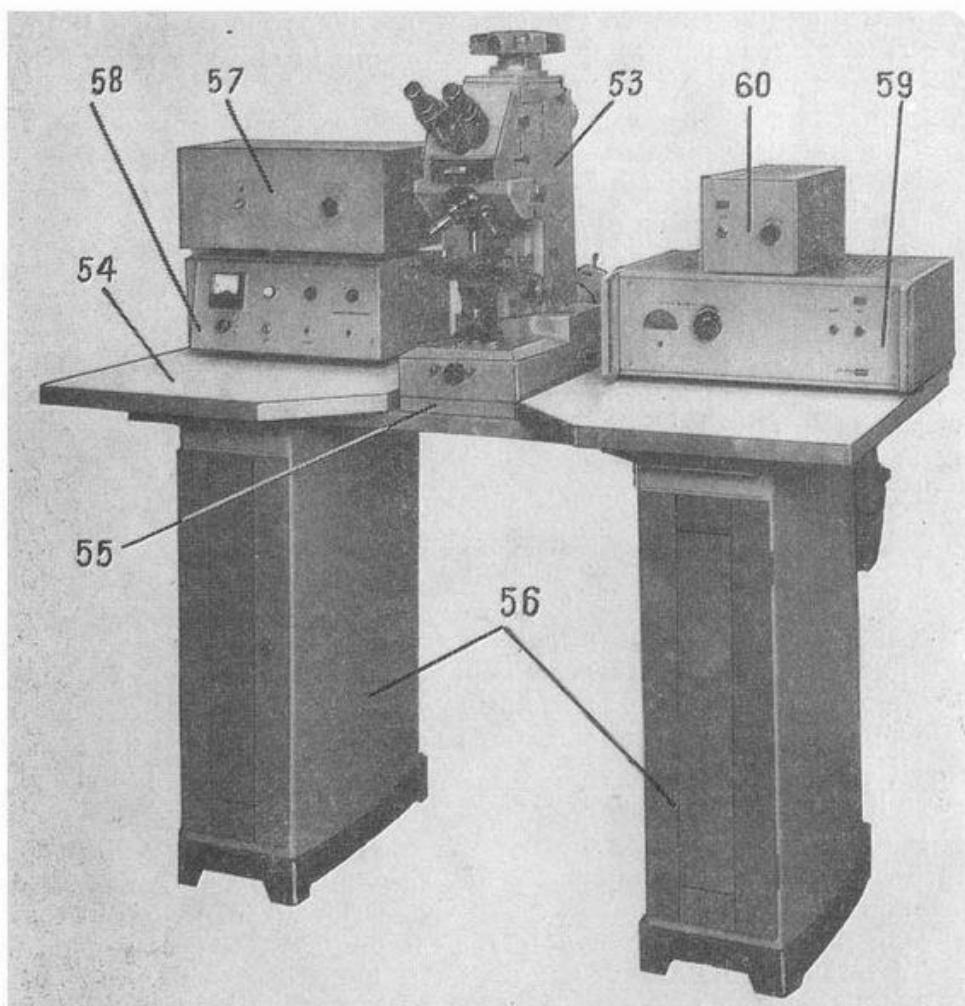


Рис. 6

пульсной лампы, пульта 58 управления фотосъемкой, блока 59 питания лампы ДРШ250-3 и унифицированного источника пи-

тания «Гранат» 60, которые могут быть установлены в любое место в пределах длины провода. В тумбах стола размещен комплект микроскопа.

На правой тумбе с задней стороны на направляющих крепятся фонарь 61 (рис. 7) с ртутной лампой и теплопоглотительная кювета 62 с защитной втулкой 63 (рис. 13).

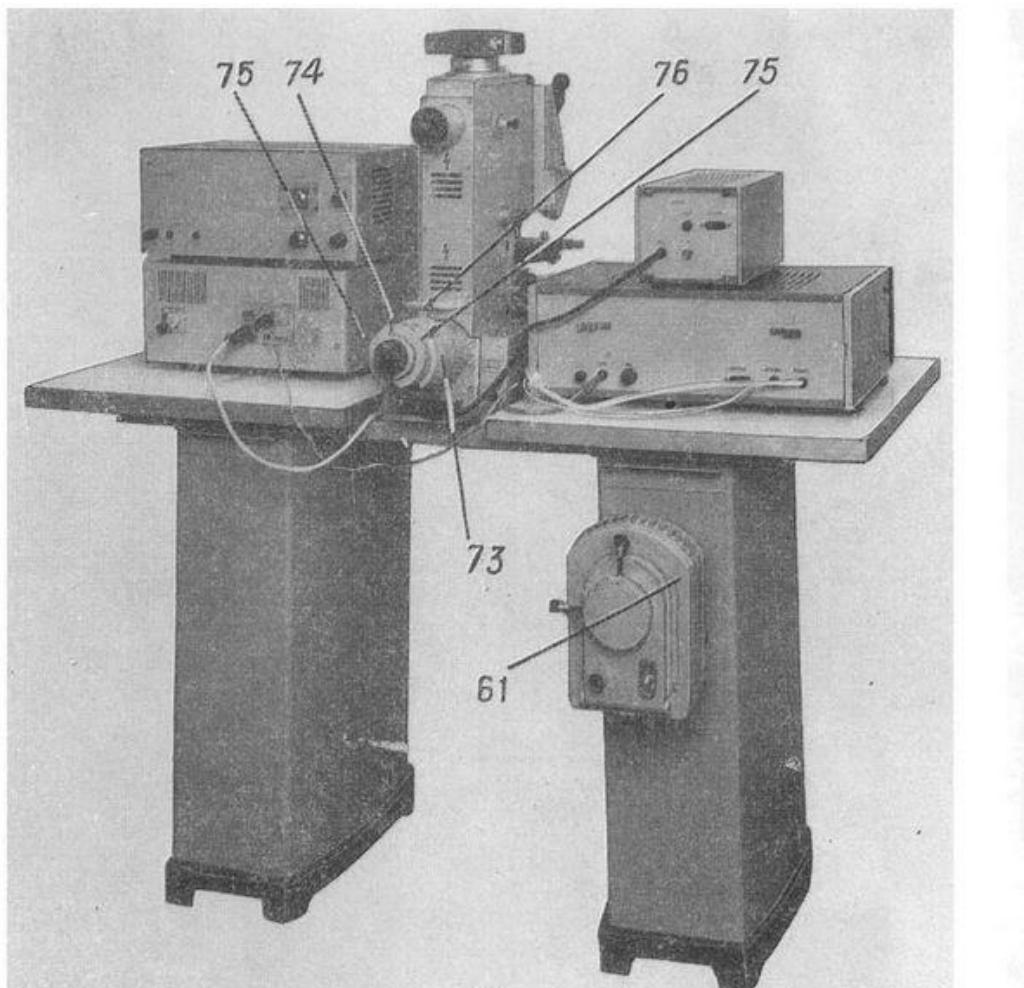


Рис. 7

Основными узлами микроскопа являются основание 64 (рис. 8), тубусодержатель 65 с револьвером 66 для объективов и механизмом 67 фокусировки микроскопа, предметный столик 68, механизм фокусировки конденсоров на кронштейне 69, бинокулярная насадка 70 с диском 71 перемены увеличения, фотокамера 72, осветитель 73 (см. рис. 7) с лампой ОП12-100.

В основании микроскопа вмонтированы узлы, необходимые для освещения объекта при работе в проходящем свете.

Патрон с лампой ОП12-100 крепится в корпусе осветителя 73 с помощью винта 74. Для центрирования нити лампы относительно оптической оси микроскопа служат винты 75. С помощью рукоятки 76 осуществляется перемещение коллектора при фокусировке нити лампы в плоскость апертурной диафрагмы. Винт 77 (см. рис. 8) служит для закрепления осветителя на основании микроскопа.

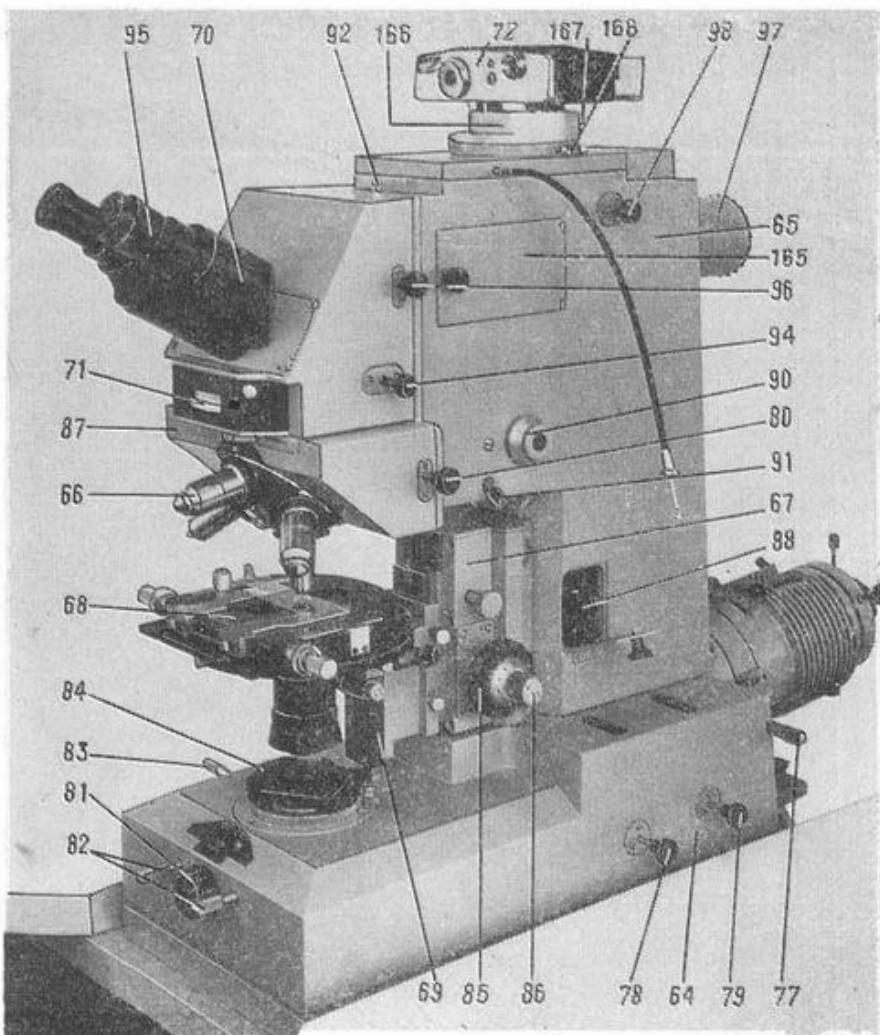


Рис. 8

При замене осветителя 73 (см. рис. 7) осветителем 61 с ртутной лампой отпускается винт 77 (см. рис. 8), освобождается конический хвостовик осветителя из гнезда, снимается осветитель 73 (см. рис. 7), на его место устанавливается теплопоглотительная кювета 62 с дистиллированной водой или 4-процентным раствором медного купороса. На направляющие кронштейна устанавливается до упора осветитель с ртутной лампой, который фиксируется в этом положении тормозным устройством. Между

куветодиодной и оправой коллектора должна быть помещена защитная втулка 63.

Рукоятка 78 (см. рис. 8) служит для переключения зеркала 16 (см. рис. 1), рукоятка 79 (см. рис. 8) — для переключения светоделительной пластины 50 (см. рис. 1). Такая же рукоятка с левой стороны служит для включения светоделительной пластины при смешанном освещении.

Конструктивно эти узлы выполнены так, что при вдвинутых в основание до упора рукоятках будет осуществляться освещение объекта снизу. При выдвинутой из основания до отказа одной из рукояток будет осуществляться или освещение объекта сверху, или смешанное освещение объекта, или же включение в ход лучей импульсной лампы. Над каждой из рукояток имеется планка с обозначением вида освещения и указателем положения включения.

В головке микроскопа установлен блок с отражателями. Включение отражателей осуществляется рукояткой 80 (см. рис. 8). Положения отражателей, соответствующие методам исследования, указаны на передней части корпуса головки.

Полевая диафрагма 8 (см. рис. 1), вмонтированная в основание, открывается поворотом рукоятки 81 (см. рис. 8). Винты 82 служат для приведения изображения полевой диафрагмы в центр поля микроскопа. С помощью винта 83 закрепляется узел апертурной диафрагмы 84 или телеобъектив, или же крышка после снятия указанных узлов.

Тубусодержатель 65 жестко соединен с основанием микроскопа. На тубусодержателе укреплены механизм грубой фокусировки — рукоятка 85, механизм точной фокусировки — рукоятка 86 и головка 87 с револьвером для объективов и гнездом для установки визуальных насадок.

Рукоятки грубой и точной фокусировки микроскопа расположены на одной оси. На рукоятке 86 точной фокусировки имеется шкала для отсчета величины перемещения объекта в вертикальном направлении в пределах от 0 до 2,2 мм.

Гнездо 88 служит для установки светофильтров возбуждения при работе с ртутной лампой в отраженном свете.

В револьвер могут быть ввернуты как эпинобъективы, так и обычные объективы, имеющие стандартную резьбу. Обычные объективы из комплекта микроскопа устанавливаются в револьвер с помощью специальных переходных втулок 89 (рис. 9).

При необходимости работы с объективами, не входящими в комплект микроскопа, можно воспользоваться свободными переходными втулками, входящими в комплект данного микроскопа. В этом случае необходимо подобрать для каждого объектива гнездо в револьвере, обеспечивающее минимальную расцентрировку системы. Номер гнезда следует запомнить и впоследствии только в него устанавливать соответствующий объектив.

Рукоятка 90 (см. рис. 8) служит для изменения диаметра полевой диафрагмы при работе в отраженном свете. Центрировка этой диафрагмы осуществляется винтами 91.

Бинокулярная насадка устанавливается в гнездо головки 87 и фиксируется шпонкой 92, после чего окончательно закрепляется винтом 93 (см. рис. 9).

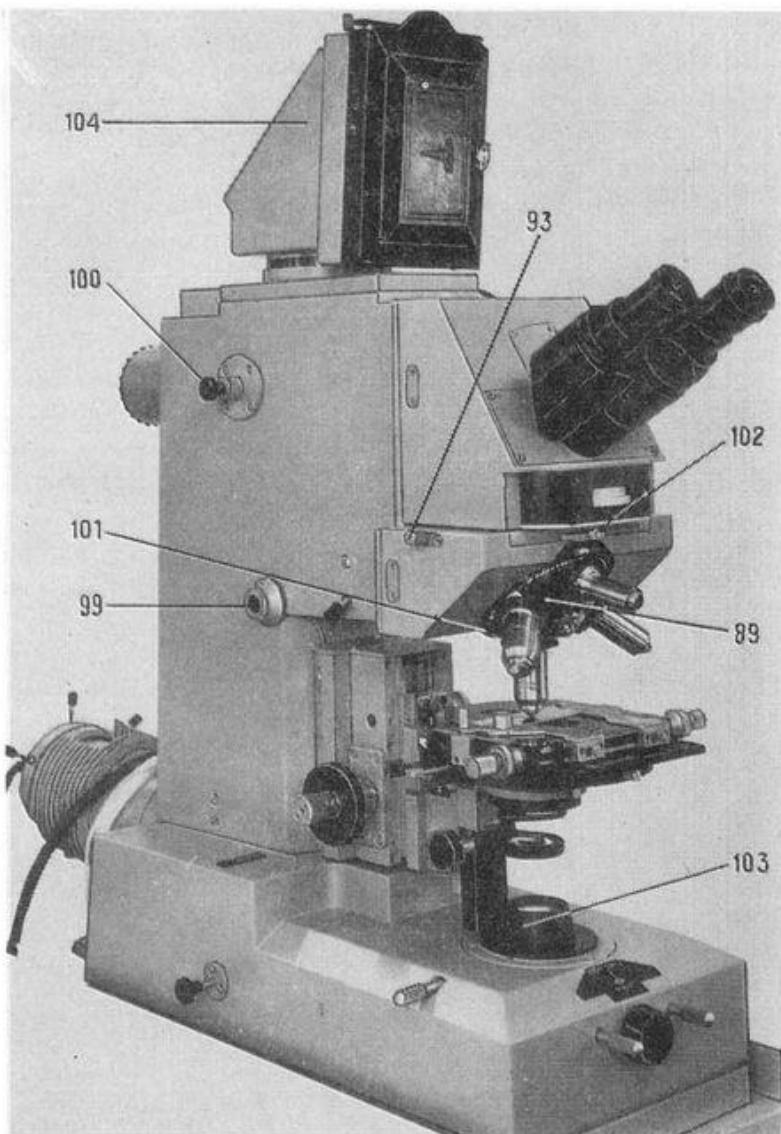


Рис. 9

Конструкция бинокулярной насадки позволяет изменять увеличение системы микроскопа как сменой окуляров, так и переключением собственных увеличений насадки. Для включения любой из систем перемены увеличения насадки служит диск 71 (см. рис. 8), на боковой поверхности которого имеются цифры «1,0», «1,6» и «2,5», обозначающие включенное увеличение на-

садки. Кроме того, в бинокулярной насадке имеется система, которая включается при настройке освещения и для работы по методу фазового контраста. Для включения этой системы диск 71 устанавливается в положение ФК. Вращением рукоятки 94 осуществляется фокусировка системы.

Бинокулярная насадка снабжена раздвижными окулярными трубками 95, позволяющими устанавливать окуляры по базе глаз наблюдателя. С помощью рукоятки 96 переключается система призм насадки, обеспечивающая либо визуальное наблюдение (рукоятка выдвинута), либо фотографирование при одновременном визуальном наблюдении (рукоятка вдвинута).

Фотоэлектронный умножитель крепится в кожухе 97.

Внутри тубусодержателя расположена заслонка фотоэлектронного умножителя, снабженная рукояткой 98. Заслонка предохраняет фотоэлектронный умножитель от засветки, поэтому она должна быть закрыта при всех методах микроскопирования (рукоятка 98 вдвинута). Но при фотографировании в момент экспонирования заслонка должна быть открыта, для чего рукоятка 98 выдвигается из корпуса до отказа.

Рукоятка 99 (см. рис. 9) предназначена для изменения диаметра апертурной диафрагмы при работе в падающем свете, рукоятка 100 — для включения светофильтра НС10 перед фотоэлектронным умножителем при работе с пленками низкой светочувствительности.

Включение в ход лучей ахроматической линзы 15 (см. рис. 1), смонтированной на салазках, осуществляется с помощью рукоятки 101 (см. рис. 9).

Смена «запирающих» светофильтров и выключение их производятся поворотом диска 102, который может устанавливаться в три положения: положение 1 — включается светофильтр ЖС3; положение 2 — светофильтры ЖС18; ЖС19; положение 3 — светофильтры выведены из хода лучей.

При работе с ртутной лампой в проходящем свете светофильтры, возбуждающие люминесценцию объекта, устанавливаются на телеобъектив в оправе 103, помещаемый на место узла апертурной диафрагмы 84 (см. рис. 8).

В комплект микроскопа входит пластиночная камера 104 (см. рис. 9), устанавливаемая вместо пленочной камеры;

Предметный столик (рис. 10) обеспечивает перемещение объекта в двух взаимно перпендикулярных направлениях, осуществ-

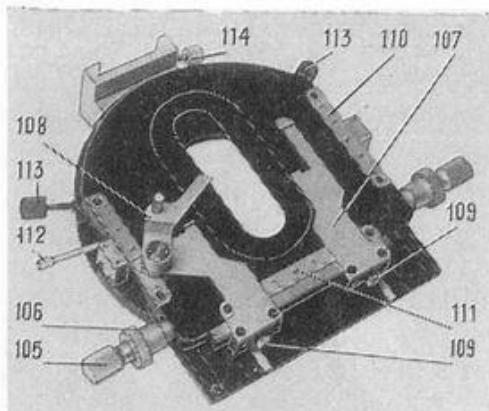


Рис. 10

ляемое с помощью рукояток 105 и 106, расположенных на одной оси.

Исследуемый объект закрепляется на столике между держателями 107 и 108, для чего держатель 108 отводится в сторону. В зависимости от размеров объекта держатели можно перемещать относительно друг друга. Положение держателя фиксируется винтами 109.

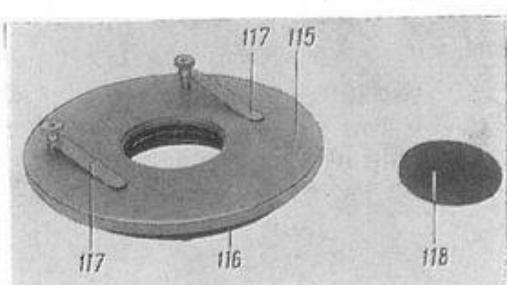


Рис. 11

столика для совмещения оси его вращения с оптической осью микроскопа. Столик устанавливается на направляющую типа «ласточкин хвост», расположенную на передней поверхности механизма фокусировки микроскопа, и крепится винтом 114.

Скользящий столик (рис. 11) состоит из верхнего диска 115 и нижнего диска 116, притертых один к другому. Между дисками для плавного их скольжения наносится слой смазки, смешанной с кастроровым маслом.

Скользящий столик применяется при визуальном наблюдении и фотографировании живых объектов для приведения их в поле микроскопа. Для закрепления объектов столик снабжен клеммами 117. При работе с непрозрачными объектами в центральное отверстие столика вставляется вкладыш 118.

При работе в проходящем свете на микроскоп устанавливается один из сменных конденсоров (рис. 12). Конденсор ПК-З в собственном кронштейне 121 крепится на направляющей механизма фокусировки конденсоров зажимным винтом 122. Апертура конденсора устанавливается по шкале и индексу, нанесенному на его корпусе. Конденсор КОН-З 123 крепится в кронштейне 124 винтом 125. Рукоятка 126 служит для изменения диаметра апертурной диафрагмы конденсора. Конденсор крепится на направляющей механизма фокусировки конденсоров с по-

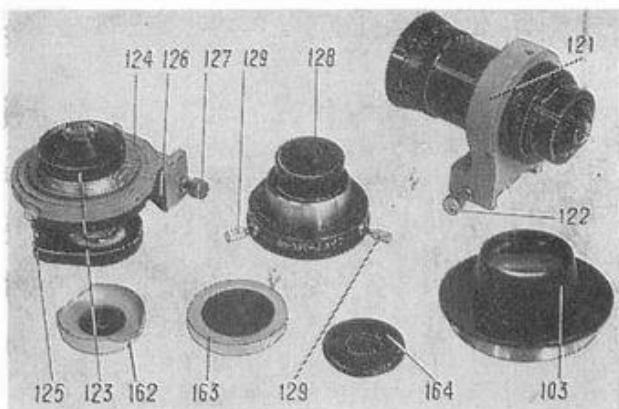


Рис. 12

мошью винта 127. Конденсор КОН-3 применяется совместно с телеобъективом в оправе 103. Совместно с телеобъективом применяется также конденсор 128 темного поля ОИ-13. Винты 129 служат для центрировки конденсора относительно оптической оси микроскопа.

Осветитель с ртутной лампой (рис. 13), применяемый при исследовании объектов в свете люминесценции, устанавливается на направляющей 130 на направляющую угольника стола ми-

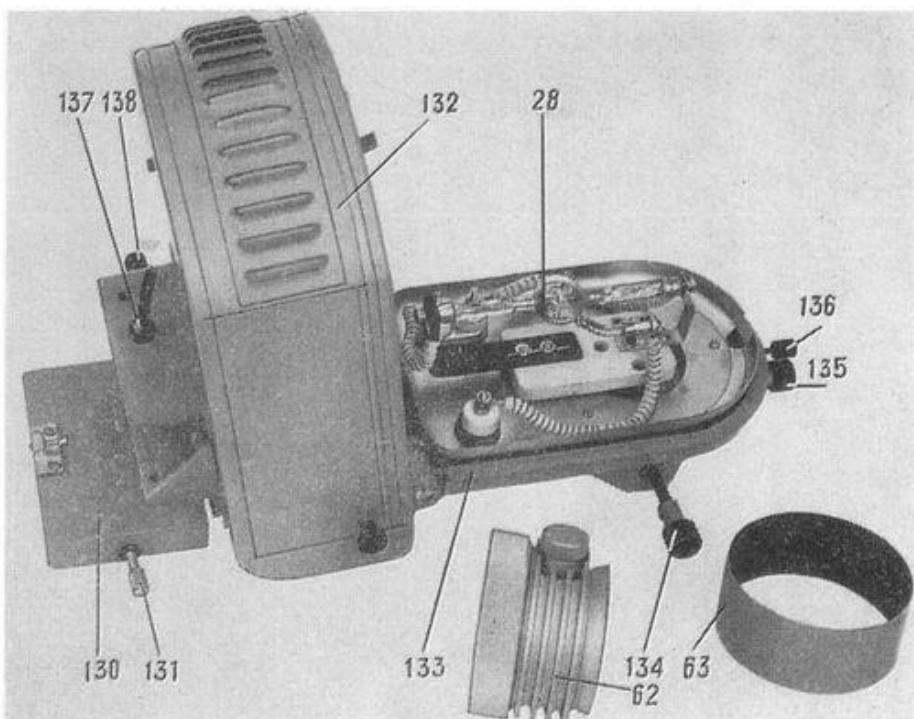


Рис. 13

роскопа и крепится тормозным устройством 131. Кожух 132 служит для защиты исследователя от излучения лампы и от осколов при возможном ее взрыве, поэтому включать лампу при открытом кожухе нельзя.

Источник света — лампа 28 (ДРШ250-3) крепится к держателям, установленным на центрирующем устройстве, которое расположено на откидной крышке 133 осветителя. Для центрировки лампы служат рукоятки 134 и 135, с помощью которых лампа перемещается в двух взаимно перпендикулярных направлениях. Откидная крышка 133 крепится к кожуху с помощью винта 136.

Для фокусировки светящегося тела лампы перемещением коллектора служит рукоятка 137. С помощью рукоятки 138 световой поток перекрывается шторкой при перерывах в работе, что предохраняет объект от излишней засветки.

Теплопоглотительная кювета 62 служит для предохранения объекта и деталей оптической системы микроскопа от излишнего нагревания при работе с ртутной лампой, излучающей большое количество тепла. Кювета, наполненная дистиллированной водой или 4-процентным раствором медного купороса, устанавливается в гнездо тубусодержателя перед осветителем с ртутной лампой и фиксируется винтом, предназначенным для крепления обычного осветителя. Для наполнения кюветы предусмотрено отверстие, закрываемое пробкой. Для герметизации кюветы

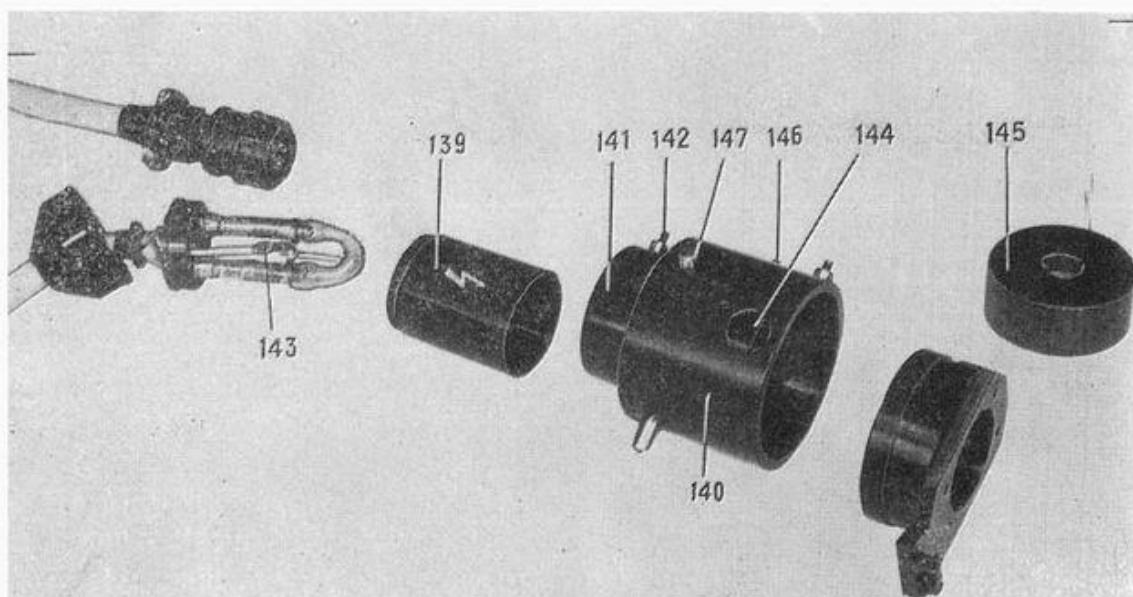


Рис. 14

между ее стеклами ставятся резиновые прокладки, после чего плотно завинчивается кольцо с накаткой.

Фонарь с импульсной лампой ИСК-25 показан на рис. 14.

В фонарь импульсной лампы входят: патрон, состоящий из оправы 139, в которой находится держатель с контактами и импульсной лампой, и соединительного колпачка со шнуром, и стакан 140, с одной стороны которого находится втулка 141, а с другой — направляющая. Патрон с лампой крепится во втулке 141 с помощью винта 142.

Для смены импульсной лампы необходимо снять крышку с задней стенки тубусодержателя микроскопа, вынуть весь фонарь вместе с направляющей (движением на себя), отжать винт 141 и вынуть патрон с лампой; вывернуть оправу 139, отжать винт 143 и снять контакт с перемычки, которая является электродом зажигания, затем вынуть лампу из цанговых зажимов.

Вставить новую лампу в патрон в порядке, обратном указанному, соблюдая полярность в соответствии с обозначениями на ее ножках (знак «+» на ножке лампы соединяется со знаком «+» на держателе).

Патрон с лампой необходимо установить так, чтобы за срез оправы 144 выступала приблизительно половина диаметра колбы лампы.

Вставить в стакан 140 диафрагму 145, закрепить ее стопором 146. Проверить центрировку колбы лампы относительно отверстия диафрагмы 145 и, если нужно, подправить центрировку перемещением втулки с лампой винтами 147. После этого обязательно вынуть диафрагму 145 из стакана и положить ее в комплект микроскопа, так как диафрагма служит только для центрировки импульсной лампы.

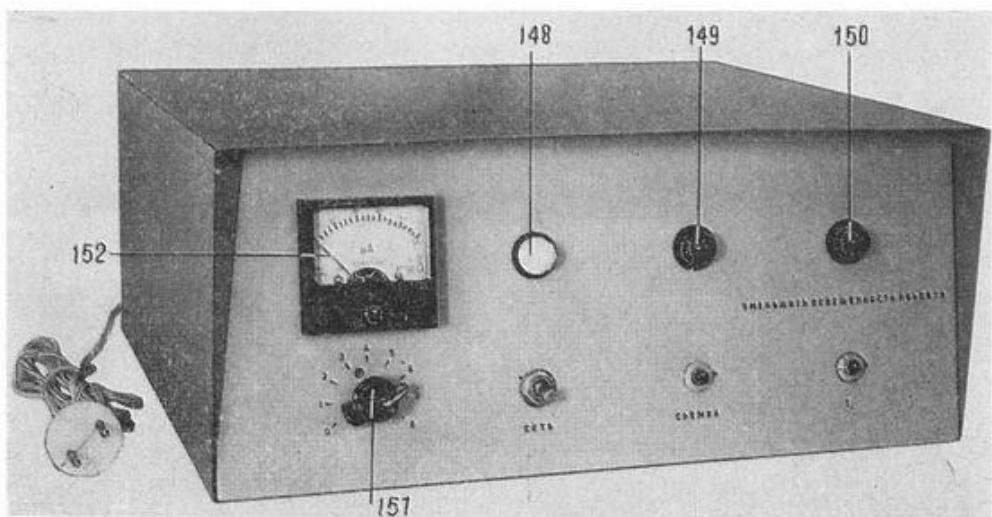


Рис. 15

ВНИМАНИЕ! Оставлять диафрагму 145 в стакане нельзя. Установить патрон с импульсной лампой на направляющей и закрепить винтом.

Поставить фонарь в тубусодержатель микроскопа и закрыть крышкой.

Пульт управления фотосъемкой оформлен в виде отдельного переносного блока, показанного на рис. 15.

На передней панели пульта расположены тумблер СЕТЬ с сигнальной лампой 148, регистрирующей включение пульта; кнопка СЪЕМКА с сигнальной лампой 149, регистрирующей раскрытие затвора при съемке; кнопка УМЕНЬШИТЬ ОСВЕЩЕННОСТЬ ОБЪЕКТА с сигнальной лампой 150, загоряющейся при прохождении через оптическую систему слишком большого светового потока; переключатель 151, устанавливаемый в одно из девяти положений в соответствии со светочувствительностью применяемого фотоматериала; микроамперметр 152.

На задней панели пульта расположены потенциометр 153 (рис. 16), регулирующий напряжение, подаваемое на фото-

электронный умножитель, рукоятка 154 переключателя напряжения, разъем 155 для подключения пульта и предохранитель 156. Потенциометр 153 закрывается крышкой.

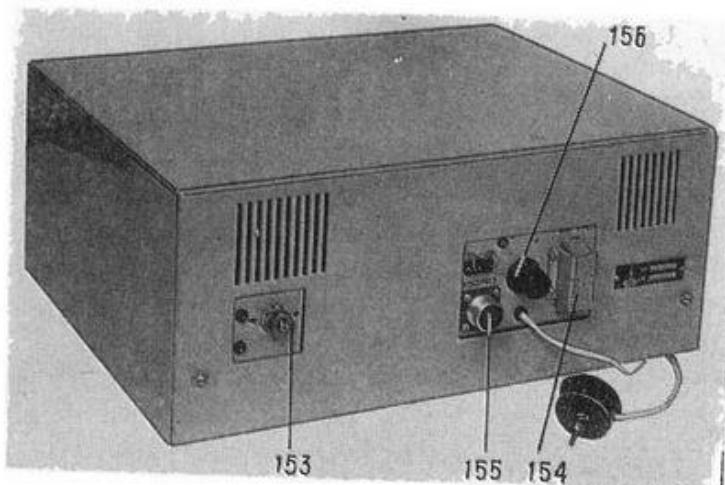


Рис. 16

5. МАРКИРОВАНИЕ

Маркирование микроскопов производится в соответствии с чертежами.

На каждом микроскопе имеется бирка с надписью «МБИ-15», «МБИ-15-1», «МБИ-15-2» или «МБИ-15-3», товарный знак предприятия-изготовителя, порядковый номер, две первые цифры которого означают две последние цифры года выпуска микроскопа.

6. УКАЗАНИЯ МЕР БЕЗОПАСНОСТИ

6.1. При работе на микроскопе источниками опасности могут быть электрический ток и световое излучение.

6.2. Конструкция микроскопа и блоков питания исключает возможность случайного прикосновения к неизолированным цепям, находящимся под напряжением, а конструкция осветителей исключает попадание яркого света ламп в глаза исследователя.

6.3. На корпусах блоков, входящих в комплект микроскопа, и штативе микроскопа установлены клеммы для подсоединения заземляющих проводов, обозначенные знаком заземления.

6.4. Перед началом работы корпуса микроскопа и блоков следует заземлить.

6.5. На съемной крышке узла установки фотоэлектронного умножителя установлен предостерегающий знак высокого напряжения.

6.6. К работе на микроскопе допускаются лица, изучившие техническое описание и инструкцию по эксплуатации, имеющие квалификационную группу по работе с электрооборудованием не ниже III.

6.7. Меры безопасности при работе на микроскопе соответствуют мерам, принимаемым при эксплуатации установок с напряжением до 1000 В в соответствии с «Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителями», утвержденными Госэнергонадзором 12 апреля 1969 г.

7. ПОДГОТОВКА МИКРОСКОПА К РАБОТЕ

Микроскоп отправляется уложенным в упаковочный ящик, в котором помещены рабочий стол микроскопа, микроскоп в укладочном ящике, выносной пульт управления и осветители в укладочных ящиках, а также блок импульсной лампы в укладочном ящике.

При вскрытии упаковочного ящика аккуратно снять верхнюю крышку и вынуть из ящика узлы и части микроскопа. Микроскоп вынимается из ящиков при отвинченных четырех болтах в дне.

Микроскоп рекомендуется устанавливать в помещении, где мало ощущаются толчки, вибрации и другие сотрясения, могущие повлиять на качество снимков при фотографировании.

Монтаж микроскопа производить в следующем порядке:

Установить тумбы 56 (см. рис. 6) стола на пол, наложить на тумбы крышку стола и совместить отверстия в нижней части крышки с отверстиями угольников, укрепленных на тумбах; вставить в совмещенные отверстия болты и привернуть крышку стола к угольникам тумб.

Поставить микроскоп на амортизационную подставку так, чтобы штыри подставки вошли в отверстия основания микроскопа.

Установить осветители: один — в рабочее положение на микроскоп, другой — на правую тумбу 56, как показано на рис. 7.

Осветитель с лампой ОП12-100 установить в гнездо тубусодержателя микроскопа и закрепить винтом 77 (см. рис. 8).

При работе с ртутной лампой ДРШ250-3 установить в гнездо тубусодержателя теплопоглотительную кювету и закрепить ее винтом 77; на корпус кюветы в оправу коллектора надвинуть защитную втулку 63 (см. рис. 7), фонарь с ртутной лампой установить с помощью направляющей 130 (см. рис. 13) на угольник, укрепленный на основании микроскопа, и закрепить тормозным устройством 131.

В нерабочее время осветитель ОП12-100 установить в гнездо правой тумбы с задней стороны и закрепить соответствующим винтом. Фонарь с ртутной лампой и кюветой закрепить аналогично креплению на микроскопе на угольник, расположенный на правой тумбе.

Установить блок импульсной лампы на угольники под крышкой стола.

Установить пульт управления фотосъемкой на крышку стола в удобном для исследователя месте.

8. ПОРЯДОК РАБОТЫ

8.1. Работа в проходящем свете

Для исследования и фотографирования объектов, изучаемых под микроскопом, в комплекте микроскопа предусмотрено три источника света. Тип источника света выбирает сам исследователь в зависимости от предполагаемого метода микроскопирования.

Для работы в проходящем и отраженном свете рекомендуется пользоваться лампой накаливания ОП12-100, питание которой осуществляется через унифицированный источник питания «Гранат». Порядок работы с источником питания «Гранат» изложен в его паспорте.

8.2. Выбор объективов

К микроскопу прилагается большой набор объективов, но в револьвер микроскопа рекомендуется устанавливать объективы нужного увеличения, выбранные из одной группы, в соответствии с табл. 2 и 3 настоящего описания.

Исследование объекта следует начинать с объективом наименьшего увеличения, который используется в качестве искателя при выборе участка объекта для более подробного изучения.

После того как с объективом малого увеличения (3,5; 9; 10) выбран участок для изучения, установите его с помощью механизма перемещения столика в центр поля микроскопа. (Если эта операция выполнена недостаточно аккуратно, интересующий наблюдателя участок не попадает в поле микроскопа более сильного объектива). Затем поверните револьвер для включения в ход лучей требуемого по увеличению объектива, сфокусируйте микроскоп на объект и, если нужно, подправьте настройку освещения.

На корпусе объективов масляной иммерсии имеется черное кольцо, на корпусе объективов водной иммерсии — белое кольцо.

Прежде чем перейти к работе с иммерсионным объективом, включите объектив 16 \times или 20 \times и как можно точнее приведите в центр поля микроскопа выбранный для исследования участок объекта. Затем стеклянной палочкой нанесите на фронтальную линзу иммерсионного объектива и на объект по капле иммер-

сионного масла (или дистиллированной воды при работе с объективами водной иммерсии).

Для работы с малоконтрастными объектами рекомендуется использовать апертуру осветительной системы, не превышающую 2/3 апертуры иммерсионного объектива, поэтому наносить слой иммерсионной жидкости между фронтальной линзой конденсора и предметным стеклом препарата не требуется. В тех случаях, когда апертуру осветительной системы требуется довести до полной апертуры иммерсионного объектива, на фронтальную линзу конденсора нанесите несколько капель иммерсионного масла или воды, после чего конденсор поднимите до соприкосновения капли жидкости с предметным стеклом. При этом апертурную диафрагму откроите полностью. После работы иммерсионную жидкость с конденсора, объектива и объекта снимите тряпкой или ватой, извернутой на деревянную палочку или спичку и слегка смоченной спиртом или ксиолом.

Фокусировку микроскопа при работе с сильными объективами производите так, чтобы не повредить объект и фронтальную линзу объектива.

Объективы водной иммерсии чувствительны к изменению толщины покровных стекол, так как показатель преломления воды отличается от показателя преломления покровного стекла. Наилучшее качество изображения с этими объективами можно получить только при применении покровных стекол толщиной 0,17 мм.

В слое жидкости между фронтальной линзой объектива и объектом на пути лучей не должно содержаться пузырьков воздуха.

ВНИМАНИЕ! Иммерсионный объектив 100×1,25 (масляная иммерсия) во избежание вывода из строя промывать только петролейным эфиром или чистым бензином.

8.3. Работа в светлом поле с панкратическим конденсором ПК-3

При настройке снимите заглушку на основании микроскопа, установите на ее место узел апертурной диафрагмы 84 (см. рис. 8) и зажмите винт 83. Наденьте на вертикальные направляющие типа «ласточкин хвост» микрометрического механизма кронштейн 69 конденсоров, опустите его до упора и закрепите винтом; установите в кронштейн конденсор ПК-3, зажмите винт 122 (см. рис. 12) и поднимите конденсор до упора.

Вставьте в вертикальные направляющие микрометрического механизма предметный столик КС-2 и зажмите винт 114 (см. рис. 10). При установке скользящего столика (см. рис. 11) отожмите винт 112 (см. рис. 10), отвинтите (не до конца) центрировочные винты 113 и, притягивая верхнюю часть предметного столика к себе, выньте ее из кольца; в освободившееся кольцо столика вставьте скользящий столик. Включите в ход лучей

кольцевое зеркало, для чего рукоятку 80 (см. рис. 8) вдвиньте в корпус до упора и перемещением рукоятки 101 (см. рис. 9) введите в ход лучей ахроматическую линзу 15 (см. рис. 1).

Вверните в револьвер выбранную группу объективов, установите в гнездо бинокулярную насадку 70 (см. рис. 8), зафиксируйте ее шпонкой 92 и закрепите винтом 93 (см. рис. 9). Вставьте в бинокулярную насадку окуляры (тип окуляра выбирать из табл. 2 и 3) и вращением диска 71 (см. рис. 8) включите увеличение насадки 1,0. Установите на столик исследуемый объект и зажмите его между держателями 107 (см. рис. 10) и 108.

Поворотом револьвера включите в ход лучей объектив малого увеличения и с помощью кольца установите апертуру конденсора ПК-3, равную апертуре объектива.

Для наблюдения изображения источника света положите матовое стекло на оправу апертурной диафрагмы 84 (см. рис. 8). Установите рукоятку 76 (см. рис. 7) коллектора в среднее положение и, наблюдая за изображением нитей на матовом стекле, перемещайте лампу вдоль оси до появления наиболее резкого изображения нитей лампы; закрепите лампу винтом 74. Далее с помощью винтов 75 отцентрируйте лампу так, чтобы изображение нитей лампы расположилось центрально относительно апертурной диафрагмы 84 (см. рис. 8). После этого снимите матовое стекло.

Вращением рукоятки 85 механизма грубой фокусировки сфокусируйте микроскоп на объект. Поворотом кольца прикройте апертурную диафрагму 84, а вращением рукоятки 81 — полевую диафрагму.

Приведите изображение полевой диафрагмы с помощью винтов 82 в центр поля зрения микроскопа и откройте полевую диафрагму так, чтобы изображение ее краев ненамного выступало за пределы поля зрения. Проверьте настройку освещения, для чего вращением диска 71 насадки включите оптическую систему с гравировкой «ФК». Придерживая диск 71 рукой, вдвиньте рукоятку 94 и вращением ее добейтесь резкого изображения апертурной диафрагмы конденсора, которая проецируется в выходной зрачок объектива. Проверьте, чтобы изображение нитей лампы полностью заполняло выходной зрачок объектива. В случае неполного заполнения подправьте центрировку нитей лампы винтами 75 (см. рис. 7).

Поворотом кольца прикройте апертурную диафрагму; при этом диаметр ее изображения должен равняться примерно 2/3 диаметра выходного зрачка объектива. Однако окончательный выбор раскрытия апертурной диафрагмы зависит от характера объекта. Обычно апертурную диафрагму открывают так, чтобы изображение объекта получалось наиболее контрастным. При широко открытой апертурной диафрагме уменьшается контрастность изображения, при мало открытой — снижается

разрешающая способность микроскопа. Для уменьшения освещенности изображения объекта вложите в гнездо осветителя один из нейтральных светофильтров или с помощью ручки регулирования выходного напряжения, расположенной на передней панели унифицированного источника питания «Гранат», сниьте накал лампы.

Выдвиньте рукоятку 94 (см. рис. 8), вращением диска 71 включите одно из увеличений насадки и приступайте к исследованиям.

8.4. Работа с телеобъективом и конденсором КОН-3 в светлом поле и с конденсором ОИ-13 в темном поле

Телеобъектив в оправе 103 (см. рис. 12) и конденсор КОН-3 123 при включенной в ход лучей ахроматической линзе рекомендуется применять при исследованиях, требующих малого увеличения (при изучении гистологических и анатомических крупных структур), или при обзорном фотографировании.

Для работы с телеобъективом в оправе 103 (см. рис. 9) снимите апертурную диафрагму и на ее место поставьте телеобъектив, после чего установите на кронштейн 69 (см. рис. 8) конденсор КОН-3 на собственном кронштейне (при работе в светлом поле) или конденсор ОИ-13 128 (см. рис. 12) (при работе в темном поле).

Включите в ход лучей ахроматическую линзу 15 (см. рис. 1), для чего рукоятку 101 (см. рис. 9) переместите на себя до упора.

При настройке освещения для обзорной работы необходимо включить в ход лучей объектив 3,5 \times или 9 \times .

Для наблюдения изображения источника света положите матовое стекло на оправу 103 телефотографа. Установите рукоятку 76 (см. рис. 7) коллектора в среднее положение и, наблюдая за изображением нитей лампы на матовом стекле, перемещайте лампу вдоль оси до появления наиболее резкого изображения нитей лампы; закрепите лампу винтом 74 и с помощью винтов 75 приведите изображение нитей лампы в центрическое положение относительно оправы 103 (см. рис. 9) телефотографа. После этого снимите матовое стекло.

Включите увеличение 1 насадки. Вращением рукояток 85 (см. рис. 8) сфокусируйте микроскоп на объект. Поворотом рукоятки 126 (см. рис. 12) прикройте апертурную диафрагму, а с помощью рукоятки 81 (см. рис. 8) прикройте полевую диафрагму.

Приведите изображение полевой диафрагмы с помощью винтов 82 в центр поля микроскопа и откройте ее так, чтобы изображение ее краев выступало за пределы поля микроскопа. Если изображение полевой диафрагмы меньше поля микроскопа, то введите в ход лучей дополнительную линзу конденсора.

Проверьте настройку освещения (изображения нити лампы должны заполнять выходной зрачок объектива) и, если нужно, подправьте центрировку лампы винтами 75 (см. рис. 7).

Раскройте апертурную диафрагму до нужной величины, включите в ход лучей одно из увеличений насадки и приступайте к исследованиям в светлом поле. При работе с объективами большего увеличения включать дополнительную линзу не нужно.

При настройке освещения для работы в темном поле с конденсором ОИ-13 128 (см. рис. 12) требуются особая тщательность и навык. Апертура конденсора темного поля должна быть больше апертуры объектива, но слишком снижать апертуру объектива не рекомендуется, так как это уменьшает разрешающую способность объектива. При применении иммерсионного объектива следует обращать внимание на состояние иммерсионного масла и на процесс его нанесения. Мельчайшие пузырьки воздуха в иммерсионной жидкости могут сильно снизить контрастность изображения.

Порядок настройки освещения микроскопа для работы в темном поле остается тот же, что и для работы в светлом поле, но со следующими изменениями и дополнениями, а именно: вверните в револьвер объективы 9 \times , 90 \times или 60 \times (с ирисовой диафрагмой), установите в бинокулярную насадку компенсационные окуляры К10 \times и включите увеличение 1 насадки; включите в ход лучей объектив 9 \times .

Установите в кронштейн конденсор ОИ-13. Опустите кронштейн с конденсором, нанесите на фронтальную линзу конденсора каплю иммерсионной жидкости, поднимите конденсор до соприкосновения капли жидкости с предметным стеклом, откройте полностью полевую диафрагму, после чего сфокусируйте микроскоп на объект. При этом в поле микроскопа должно появиться светлое кольцо или пятно. Если форма пятна или кольца неправильная, значит капля иммерсионной жидкости мала. Поднимая конденсор, добейтесь равномерной освещенности светлого пятна.

Приведите с помощью винтов 129 светлое пятно на середину поля микроскопа и приведите в центр поля микроскопа интересующий участок объекта.

Поворотом револьвера выключите объектив 9 \times , нанесите иммерсионную жидкость на объект и на объектив 90 \times или 60 \times , включите в ход лучей объектив 90 \times или 60 \times и сфокусируйте микроскоп на объект; при этом диафрагму объектива откройте настолько, чтобы объект выглядел контрастно, но без излишней засветки. При работе в темном поле изображение объекта будет светлым на темном фоне поля микроскопа.

При проведении исследований в темном поле с конденсором ОИ-13 необходимо проследить, чтобы толщина предметного стекла не превышала 1,1 мм.

8.5. Работа по методу фазового контраста

Метод фазового контраста предназначается для исследований неокрашенных препаратов и живых объектов, так как при работе по этому методу повышается контрастность изображения.

При работе по методу фазового контраста необходимо применять кольцевую диафрагму 162, фазовые ахроматические объективы 20^х, 40^х и 90^х, апохроматический объектив 70^х и зеленый светофильтр.

Настройку освещения осуществляйте так же, как для работы с панкратическим конденсором ПК-З.

После настройки освещения откройте полностью апертурную диафрагму и раскройте полевую диафрагму строго по полю, что способствует продохранению объекта от излишней засветки рассеянным светом. Откройте крышку осветителя и установите в гнездо светофильтр, вверните в револьвер группу фазовых объективов, введите в ход лучей объектив 20^х и сфокусируйте микроскоп на объект. Установите с помощью кольца апертуру конденсора по апертуре объектива, включите в ход лучей бинокулярной насадки систему линз с гравировкой «ФК», сфокусируйте систему, наблюдая в окуляр, на фазовое кольцо объектива, вложите в оправу апертурной диафрагмы кольцевую диафрагму; изображение диафрагмы может быть меньше или больше фазового кольца объектива и расположено нецентрично по отношению к нему.

Вращая кольцевую диафрагму и перемещая ее, совместите изображение кольцевой диафрагмы с изображением фазового кольца объектива. Вращением кольца с апертурной шкалой конденсора ПК-З добейтесь такого положения, при котором светлое изображение кольцевой диафрагмы будет перекрываться изображением темного фазового кольца объектива. Нельзя допускать, чтобы изображение кольцевой диафрагмы выступало за изображение фазового кольца, так как это сильно снижает контрастность изображения объекта.

Включите в ход лучей одно из увеличений насадки, проверьте центричность полевой диафрагмы, если нужно, то приведите ее в центр поля микроскопа и откройте строго по полю, после чего приступайте к исследованиям.

Помните, что после смены объектива или препарата необходимо заново проверить центрировку кольцевой диафрагмы, фазового кольца и полевой диафрагмы, так как только после этого будет обеспечена надлежащая контрастность.

8.6. Работа в поляризованном свете

Для исследования объектов в поляризованном свете применяют два поляризационных светофильтра, один из которых

выполняет функции поляризатора 163, другой — анализатора 164.

Для работы в поляризованном свете настройку освещения производите так же, как для работы с панкратическим конденсором ПК-3 или с телеобъективом и конденсором КОН-3 в зависимости от применяемых объективов.

После настройки освещения вставьте в оправу апертурной диафрагмы 84 (см. рис. 8) микроскопа или в оправу телеобъектива поляризационный фильтр-поляризатор и вверните в бинокулярную насадку (снизу) поляризационный фильтр-анализатор. Выедите из поля микроскопа изображение объекта и вращением оправы апертурной диафрагмы (или светофильтра в оправе на телеобъективе) скрестите поляризатор и анализатор, т. е. добейтесь более полного гашения. Введите в поле микроскопа изображение объекта. При повороте предметного столика с объектом можно наблюдать анизотропию объекта. Предварительно произведите центрировку столика, т. е. совместите ось вращения столика с визирной осью микроскопа или с центром поля микроскопа, как указано ниже.

Приложение. Прибор не обеспечивает проведения исследований в поляризованных лучах. Введение поляроидов позволяет лишь получать более контрастные изображения некоторых объектов.

8.7. Работа с центрировочной пластиной

Центрировочная пластина служит для быстрого совмещения оси вращения предметного столика 68 с центром поля микроскопа. На ярлыке пластины записаны координаты совмещенного положения перекрестья пластины с осью вращения столика.

Центрировочную пластину установите на столике так, чтобы ярлык пластины расположился около подвижного держателя 108 (см. рис. 10) препаратороводителя. В этом положении отожмите один из винтов 109 и установите неподвижный держатель 107 строго на совмещение с риской. Далее вращением рукояток 105 и 106 установите отсчеты на шкалах по координатам, записанным на ярлыке пластины. Вверните в револьвер объектив малого увеличения, вставьте в бинокулярную насадку окуляры 4^x (один с перекрестием) и включите увеличение 1 насадки. Настройте освещение, сфокусируйте микроскоп на перекрестье центрировочной пластины и вращением центрировочных винтов 113 совместите перекрестье пластины с перекрестием окуляра. Отожмите винт 112 и, наблюдая в окуляр, поворачивайте верхнюю часть столика вокруг оси примерно на 180°; заметьте, на какую величину смешается ось вращения столика относительно перекрестья окуляра (ось вращения столика проходит через центр окружности, которую описывает перекрестье центрировочной пластины при вращении столика). В том случае, если ось вращения не будет совпадать с перекрестием окуляра, центрировоч-

ными винтами 113 столика совместите ее с перекрестием окуляра, а затем рукоятками 105, 106 совместите перекрестье центрировочной пластины с перекрестием окуляра. Снова поверните столик вокруг оси и снова заметьте смещение оси вращения столика относительно перекрестья окуляра. Повторяя указанные выше действия несколько раз, добейтесь, чтобы смещение оси вращения столика относительно перекрестья окуляра было минимальным.

После того как будет достигнуто совмещение оси вращения столика с перекрестием окуляра, при дальнейшей работе центрировочные винты 113 трогать нельзя; для перемещения препарата нужно пользоваться рукоятками 105 и 106.

В отцентрированном положении столика выньте центрировочную пластину и установите исследуемый объект в держатели 107 и 108, для просмотра объекта пользуйтесь рукоятками 105 и 106.

Если необходимо зафиксировать положение препарата для его вторичного отыскания, на предметном стекле препарата следует записать его координаты по шкалам препаратороводителя. Такая фиксация координат препарата поможет быстрее повторно ввести в поле микроскопа интересующий участок препарата.

Для этого центрировочную пластину установите на столик и по шкалам столика установите отсчеты согласно координатам, записанным на пластине. Изображение перекрестья пластины совместите винтами 113 с перекрестием окуляра, после чего вместо центрировочной пластины поставьте препарат. По шкалам столика установите координаты, указанные на предметном стекле препарата.

8.8. Работа в отраженном (падающем) свете в светлом и темном поле

При подготовке к работе в светлом поле выдвиньте из основания правую рукоятку 78 (см. рис. 8) для включения в ход лучей зеркала и направления пучка лучей от лампы в осветительную систему отраженного света. Выдвиньте рукоятку 80 для включения в ход лучей отражателя светлого поля, выключите перемещением рукоятки 101 (см. рис. 9) ахроматическую линзу, откройте полностью с помощью рукоятки 99 апертурную диафрагму и рукояткой 90 (см. рис. 8) — полевую диафрагму. Положите матовое стекло на предметный столик при снятом объективе и, перемещая лампу с помощью винтов 75 (см. рис. 7) и коллектор с помощью рукоятки 76, добейтесь резкого изображения нити лампы на матовом стекле и центрального ее расположения относительно отверстия под объектив.

После настройки освещения вверните в револьвер эпифобъективы, установите на предметный столик объект, включите в ход

лучей увеличение I насадки и вращением рукояток 85, 86 сфокусируйте микроскоп на объект. Затем с помощью винтов 91 отцентрируйте изображение полевой диафрагмы в поле окуляра, откройте полевую диафрагму в соответствии с полем зрения окуляра и, пользуясь рукояткой 99 (см. рис. 9), откройте апертурную диафрагму. Степень раскрытия диафрагмы определите при наблюдении в бинокулярную насадку, в которой при этом должна быть включена оптическая система с гравировкой «ФК».

Для работы в темном поле, вдвинув рукоятку 80 (см. рис. 8) до упора, включите кольцевое зеркало и откройте полностью апертурную и полевую диафрагмы.

8.9. Работа при смешанном освещении объекта

Смешанное освещение, т. е. освещение объекта одновременно проходящим и падающим светом, применяют при исследовании полуупрозрачных объектов как в светлом, так и в темном поле.

При переходе на смешанное освещение включите в ход лучей светофильтральную пластинку, для чего выдвиньте рукоятку СМЕШАННЫЙ СВЕТ (слева от исследователя) до отказа. В этом случае приблизительно 50% света направляется в систему для освещения объекта проходящим светом и приблизительно 50% — в систему для освещения объекта падающим светом. Настройку каждой из систем производите, как указано выше.

При микроскопе, настроенном для работы в проходящем свете, одновременное освещение объекта падающим светом позволяет получить четкое изображение контура объекта и его внутренней структуры. При микроскопе, настроенном для работы в падающем свете, одновременное освещение объекта проходящим светом хорошо разрешает наружную структуру объекта (становятся видны мелкие ворсинки, выступы, грани). Исследователь сам выбирает способ освещения.

8.10. Работа в свете люминесценции объектов

Исследования объектов в свете люминесценции можно производить в светлом поле при освещении объектов снизу, через конденсор, и в темном и светлом поле при освещении объектов сверху, через объектив.

Кроме того, исследование объектов можно производить при смешанном освещении, т. е. при сочетании освещения препаратов сверху светом, возбуждающим люминесценцию препарата, с одновременным освещением снизу по методу темного поля или фазового контраста.

8.10.1. Настройка микроскопа для исследования объектов в свете люминесценции при освещении их снизу, через конденсор

При настройке микроскопа отожмите винт 77, снимите осветитель с лампой накаливания, установите на его место кювету 62 (см. рис. 13), наполненную дистиллированной водой или 4-процентным раствором медного купороса, поставьте на направляющие угланика осветитель с ртутной лампой ДРШ250-3, предварительно надев защитную втулку 63, и закрепите его с помощью тормозного устройства 131. Установите на место апертурной диафрагмы телеобъектив в оправе 103 (см. рис. 12), наденьте на направляющие для конденсоров кронштейн с конденсором КОН-3. Пользуясь описанием блока, зажгите ртутную лампу.

Вверните в револьвер микроскопа объективы с награвированной буквой «Л» для исследований в свете люминесценции объектов (см. табл. 4). Перемещением рукоятки 101 (см. рис. 9) на себя включите ахроматическую линзу. Рукоятки смешанного и отраженного света и рукоятка 80 (см. рис. 8) должны быть вдвинуты до упора.

Поднимите конденсор до упора. На оправу телеобъектива положите матовое стекло и с помощью рукояток 134 (см. рис. 13) и 135 добейтесь центрального положения изображения тела лампы относительно телеобъектива. Рукоятка 137 коллектора при этом должна быть в среднем положении.

Уберите матовое стекло. Светофильтры для возбуждения люминесценции установите на оправу телеобъектива. Выберите запирающий светофильтр и включите его в ход лучей поворотом диска 102 (см. рис. 9).

Включите в ход лучей объектив $10 \times 0,40$, закрепите на предметном столике исследуемый объект. В насадку вставьте окуляры $4\times$, причем в левую трубку — окуляр с перекрестием. Механизм диоптрийной подвижки окулярной трубы насадки установите на «0» и, наблюдая в окуляр правой трубы, сфокусируйте микроскоп на объект. Не трогая рукояток микрометрического механизма, перемещением глазной линзы окуляра (в левой трубке насадки) добейтесь резкого изображения объекта.

В случае недостаточной освещенности объекта включите в ход лучей призму 34 (см. рис. 1), для чего рукоятку 96 (см. рис. 8) выдвиньте из корпуса головки до отказа. Откройте полностью апертурную диафрагму.

Включите увеличение 1 насадки. Поворотом рукоятки 81 закройте полевую диафрагму. Ненамного прикройте апертурную диафрагму конденсора. Перемещением конденсора по высоте добейтесь такого положения, при котором в поле микроскопа будет резко видна полевая диафрагма. Вращением вин-

тов 82 приведите изображение полевой диафрагмы в центр поля окуляра, после чего раскройте полевую диафрагму до размеров поля окуляра, а апертурную — примерно на 2/3 диаметра выходного зрачка объектива.

Перемещением коллектора с помощью рукоятки 137 (см. рис. 13) добейтесь наилучшей освещенности в плоскости объекта.

Переход от работы с объективом малого увеличения к работе с объективом большего увеличения и с иммерсионными объективами осуществляйте с соблюдением всех указаний подраздела 8.2 настоящего описания.

При перерывах в работе рекомендуется с помощью рукоятки 138 включать в ход лучей предохранительную шторку, которая защищает объекты от вредного действия светового потока.

ВНИМАНИЕ! Снимать кювету с прибора при включенной лампе ДРШ250-3 или незакрытой шторке нельзя.

8.10.2. Настройка микроскопа для исследований в свете люминесценции объектов при освещении их сверху, через объектив, в светлом и темном поле

Освещение объектов сверху, через объектив, имеет значительные преимущества перед освещением снизу, через конденсор, так как изображение объекта становится значительно ярче. Освещение сверху применяется при работе с сильными объективами с большой апертурой (0,65—1,25), а также при исследовании толстых прозрачных и непрозрачных объектов.

При настройке микроскопа для работы в светлом поле вверните в револьвер объективы, рассчитанные на длину тубуса 160 мм, или эпиобъективы, рассчитанные на длину тубуса 190 мм. Вставьте в бинокулярную насадку, установленную на головку микроскопа, окуляр 4 \times . Установите в гнездо 88 (см. рис. 8) тубусодержателя необходимые светофильтры возбуждения в зависимости от характеристик объектов и применяемых флюорохромов.

Выберите и введите в ход лучей один из «запирающих» светофильтров; введите в ход лучей светоделительную пластинку, для чего рукоятку 80 установите в положение «Л», выдвинув ее до упора. Выдвиньте до упора рукоятку 78 для включения зеркала, направляющего свет в систему отраженного света. Пользуясь техническим описанием и инструкцией по эксплуатации блока питания лампы ДРШ250-3, зажгите лампу.

Поворотом револьвера введите в ход лучей отверстие револьвера без объектива, положите матовое стекло или лист бумаги на предметный столик, на котором должно быть видно изображение источника света. Перемещением коллектора с помощью рукоятки 137 (см. рис. 13) и центрировкой лампы с помощью ру-

коялок 134 и 135 добейтесь резкого и наиболее центричного расположения изображения яркой части светящегося тела лампы относительно отверстия под объектив. Включите в ход лучей объектив малого увеличения, поместите на предметный столик исследуемый объект и сфокусируйте на него микроскоп. При установке больших объектов снимите апертурную диафрагму для проходящего света и конденсор и опустите предметный столик на столько, на сколько это требуется по условиям фокусировки. После этого с помощью рукоятки 90 (см. рис. 8) прикройте полевую диафрагму, с помощью рукоятки 99 (см. рис. 9) — апертурную диафрагму и вращением винтов 91 (см. рис. 8) приведите изображение полевой диафрагмы в центр поля окуляра, после чего откройте полевую диафрагму по размерам поля окуляра.

При работе с эпиобъективами $21 \times 0,40\text{L}$ и $40 \times 0,65\text{L}$ апертурную диафрагму открывают полностью, при работе с объективами, рассчитанными на тубус 160 мм, — по размерам выходного зрачка объектива.

После настройки освещения включите выбранное увеличение насадки и приступите к исследованиям в светлом поле.

Во время работы добейтесь наилучшей освещенности объекта перемещением коллектора с помощью рукоятки 137 (см. рис. 13).

При перерывах в работе вращением рукоятки 138 включите защитную шторку для предохранения объекта от излишней за- светки.

Для перехода к работе в темном поле выведите из хода лучей светоделительную пластинку и включите кольцевое зеркало, для чего рукоятку 80 (см. рис. 8) вдвиньте до упора, полностью откройте полевую и апертурную диафрагмы.

8.10.3. Настройка микроскопа для исследований объектов при смешанном освещении

Для одновременного освещения объектов проходящим и отраженным светом включите в ход лучей светоделительную пластинку, расположенную слева в основании микроскопа, для чего выдвиньте до отказа рукоятку СМЕШАННЫЙ СВЕТ. На пластинке 26 (см. рис. 1) имеется интерференционное покрытие, отражающее сине-фиолетовые лучи в систему отраженного света и пропускающее желто-зеленые лучи в систему проходящего света.

Исследователь сам выбирает способ освещения в зависимости от характеристик объекта.

При одновременном наблюдении изображения объекта в свете люминесценции и по методу фазового контраста применяют любой светофильтр из комплекта микроскопа (СС15, ОС11, КС11, НС10, НС3 или ЗС11), причем светофильтр выбирают так, чтобы его цвет не совпадал с цветом люминесценции. Светофильтр устанавливают под конденсор.

При смешанном освещении объекта можно падающим светом сверху возбуждать люминесценцию объекта, а снизу проходящим светом подсвечивать объект по методу фазового контраста или темного поля, используя соответственно конденсор ПК-3 или ОИ-13. Настройку освещения в этом случае осуществляют, как указано в подразделах 8.4 и 8.5 настоящего описания.

8.11. Фотографирование

Фотографирование изучаемых под микроскопом объектов может производиться при всех методах микроскопирования.

Для того чтобы направить световой поток в плоскость пленки (или пластиинки), включите в ход лучей светоделительную

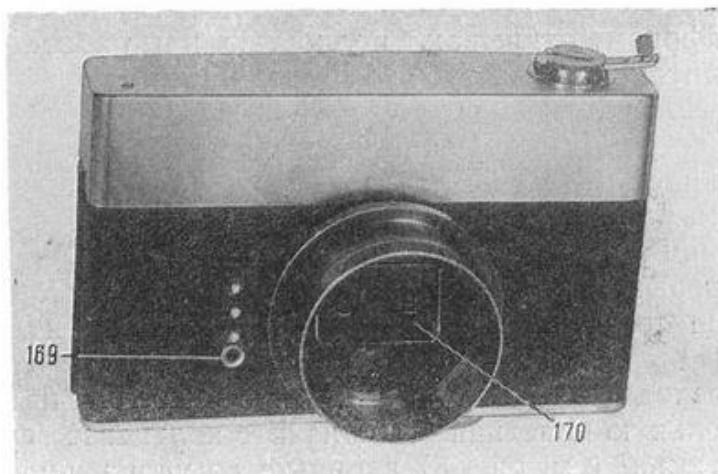


Рис. 17

призму, вдвиньте рукоятку 96 (см. рис. 8) до упора. Настройте освещение в зависимости от выбранного метода микроскопирования. Совместите ось вращения предметного столика с оптической осью микроскопа, как указано в подразделе 8.7 настоящего описания. Это необходимо для того, чтобы при повороте столика объект не выходил из поля микроскопа и кадра фотокамеры. Приведите в центр поля тот участок объекта, который предполагается фотографировать.

Снимите с корпуса тубусодержателя крышку и установите одну из прилагаемых фотокамер.

Откройте крышку 165 (рис. 8), вставьте в держатель фотоокуляр, соответствующий выбранному объективу (см. табл. 2, 3, 4 настоящего описания).

Пленочную фотокамеру 72 установите на микроскоп с помощью переходной втулки 166 со штырьком и закрепите винтом 167. Втулка 166 фиксируется на микроскопе винтом 168. Установливая камеру на микроскоп, проследите за тем, чтобы штырек переходной втулки 166 попал в отверстие 169 (рис. 17), при этом открывается светозащитная шторка 170.

Прежде чем установить фотокамеру на микроскоп, зарядите ее пленкой. Зарядка пленки показана на рис. 18. Для того чтобы откинуть заднюю крышку 171, оттяните замок 172. Вращайте большим пальцем правой руки приемную катушку до тех пор, пока не появится щель. Вставьте кассету с пленкой в гнездо,

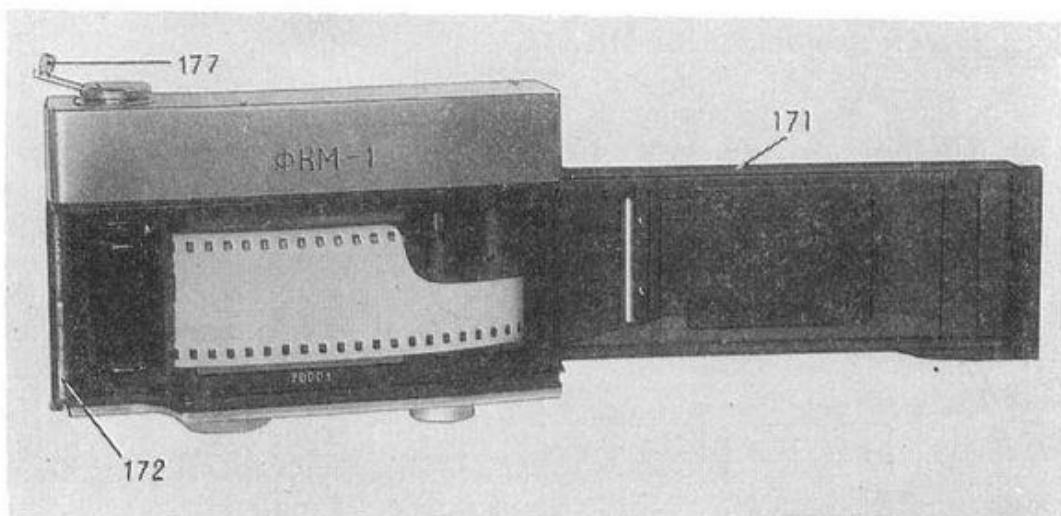


Рис. 18

как показано на рис. 18. Вставьте в щель приемной катушки конец пленки так, чтобы она надежно там закрепилась. Зубья зубчатого барабана должны входить в перфорационные отверстия пленки. Для натяжения пленки рекомендуется повернуть вручную барабан приемной катушки. Закройте заднюю крышку 171.

Вращая диск шкалы-памятки 173 (рис. 19), установите соответствующее значение светочувствительности пленки, чтобы не забыть, какая пленка заряжена в камеру. Вращением головки 174 счетчика кадров 175 установите его на первую красную точку (считая от «0») между точками «0» и «35». Кадры от точки «0» до точки «35» являются нерабочими. Съемку объекта начните с момента, когда индекс счетчика кадров совмещен с числом «35».

В фотокамере обеспечена обратная перемотка пленки. Для того чтобы перемотать пленку, нажмите кнопку 176 и, от-

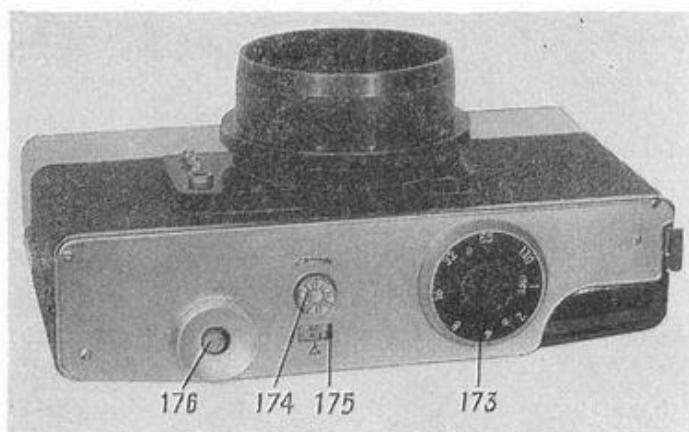


Рис. 19

кинув рукоятку 177 (см. рис. 18), поворачивайте ее в направлении стрелки до тех пор, пока она не начнет свободно вращаться. Когда пленка перемотана, выньте кассету из фотокамеры. Следует иметь в виду, что при включении и выключении пульта управления фотосъемкой тумблером СЕТЬ возможна самопроизвольная перемотка пленки в фотокамере на 1 кадр без нажатия кнопки СЪЕМКА.

При фотографировании пленочной камерой наблюдение за изображением объекта ведите в бинокулярную насадку, используя измерительный окуляр 15 или 16^х. Для наводки на резкость изображения и выбора фотографируемого участка препарата

шкулу с перекрестьем в окуляре замените специальной сеткой (рис. 20). На сетке нанесены четыре прямоугольника, увеличение фотоокуляров и биштрихи. Размеры прямоугольников соответствуют размеру кадра фотоаппарата при указанном увеличении фотоокуляра.

Для смены сетки измерительного окуляра отвинтите коллективную линзу, снимите пластинку с перекрестьем и шкалой и на ее место установите сетку с прямоугольниками так, чтобы гравировка была с наружной стороны. Затем вверните коллективную линзу с сеткой в окуляр. Окуляр вставьте в окулярную трубку бинокулярной насадки, не имеющую диоптрийной подвижки. После этого исключите ошибку глаза, перемещая глазную линзу окуляра до тех пор, пока сетка с прямоугольниками и биштрихи не будут резко видны. Затем сфокусируйте микроскоп на объект. Изображения объекта и сетки окуляра должны быть видны одинаково резко, при этом окуляр должен быть повернут так, чтобы большие стороны прямоугольников были расположены горизонтально. Только при такой последовательности фокусировки обеспечивается одновременно резкое изображение как на фотопленке, так и в визуальном тубусе бинокулярной насадки. При фотографировании на пленку наблюдение за объектом ведите одним глазом. После того как будет достигнуто резкое изображение объекта в визуальном тубусе, при необходимости установите в осветительную систему светофильтр и подправьте фокусировку на объект.

Установите переключатель 151 (см. рис. 15) пульта в положение, соответствующее светочувствительности применяемой пленки в соответствии с табл. 7.

Включите тумблер СЕТЬ на передней панели пульта управ-

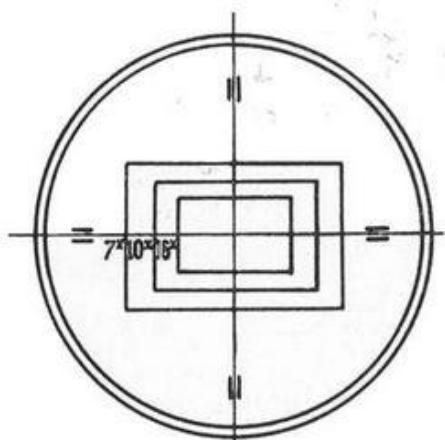


Рис. 20

Таблица 7

Положение рукоятки	Светочувствительность пленки, ед. ГОСТ	Положение рукоятки	Светочувствительность пленки, ед. ГОСТ
0	—	5	16—22
1	1—1,4	6	32—45
2	2—2,8	7	65—90
3	4—4,5	8	130—180
4	8—11		

ления фотосъемкой, при этом должна загореться сигнальная лампа 148.

Прогрейте пульт в течение 5—7 минут. Затем выдвиньте рукоятку 98 (см. рис. 8), предохраняющую фотокатод фотоэлектронного умножителя от засветки, и приступите к фотографированию.

Фотографирование производить нажатием кнопки СЪЕМКА, при этом загорается сигнальная лампа 149 (см. рис. 15), которая горит до тех пор, пока открыт затвор. По окончании экспонирования происходит перемотка пленки на один кадр, после чего можно приступать к съемке следующего кадра.

В случае, если световой поток, попадающий на фотокатод фотоэлектронного умножителя, слишком велик, загорается сигнальная лампа 150. Тогда уменьшите световой поток и нажмите кнопку УМЕНЬШИТЬ ОСВЕЩЕННОСТЬ ОБЪЕКТА. Если после этого световой поток не превысит допускаемого значения, лампа 150 гаснет.

Конструкция затвора не рассчитана на отработку выдержек короче 1/25 секунды. Схема блокировки, включающая сигнал «Уменьшить освещенность объекта», предназначена для предохранения фотоэлектронного умножителя и не связана со светочувствительностью применяемой фотопленки, поэтому при работе с пленками высокой светочувствительности для получения нормально экспонированного негатива рекомендуется уменьшать световые потоки, чтобы затвор работал с выдержками не короче 1/25 с. Для этого при фотографировании введите в ход лучей осветительной системы нейтральный светофильтр или уменьшите напряжение, подаваемое на лампу.

Рукоятка 154 (см. рис. 16) имеет два положения: нижнее и верхнее. В верхнем положении 1 рукоятки микроамперметр 152 (см. рис. 15) показывает напряжение на фотоэлектронном умножителе, в нижнем рабочем положении 2 — изменение входного тока экспонометрического устройства (за время экспонирования ток должен меняться приблизительно от 60 до 15 мкА). Равномерное уменьшение тока при выдержках от 1 секунды и более свидетельствует о нормальной работе электронных блоков.

Фотокатод фотоэлектронного умножителя нельзя подвергать долгой засветке, поэтому при просмотровых и поисковых работах он должен быть закрыт шторкой, для чего рукоятку 98 (см. рис. 8) вдвиньте до упора.

Для обеспечения получения нормально экспонированных фотоматериалов для каждого экземпляра фотоэлектронного умножителя выбирается определенное напряжение.

Выбор оптимального напряжения, подаваемого на фотоэлектронный умножитель (т. е. градуировка экспонометрического устройства при выпуске микроскопа), производится при использовании пленки типа КН средней светочувствительности (например, от 32 до 65 ед. ГОСТ). Рекомендуется при получении микроскопа проверить правильность установленного напряжения путем фотографирования объекта на указанную пленку, а при замене фотоэлектронного умножителя (в случае выхода его из строя) выбрать необходимое для него напряжение.

Для замены фотоэлектронного умножителя снимите крышку кожуха 97, отверните находящуюся под ней гайку с накаткой, выньте плату, осторожно снимите фотоэлектронный умножитель и поставьте новый.

Регулировку и выбор правильного напряжения производите следующим образом: настройте микроскоп, зарядите фотопленку в фотокамеру, на пульте управления поставьте переключатель 151 (см. рис. 15) в положение, соответствующее светочувствительности применяемой фотопленки; рукоятку 154 (см. рис. 16) установите в верхнее положение. Снимите крышку, закрывающую потенциометр 153 регулировки напряжения на фотоэлектронном умножителе, отвернув винты на крышке. Далее произведите ряд пробных снимков, изменяя напряжение путем вращения потенциометра с помощью отвертки от минимального значения напряжения до максимального через 1 деление шкалы микроамперметра. Зафиксируйте показания микроамперметра, соответствующие каждому снимку.

После проявления фотопленки выберите негатив нормального почернения и установите соответствующее ему значение тока по микроамперметру.

Для пленок, имеющих спектральную чувствительность, существенно отличную от пленок типа КН (например, для пленок типа ЗТ), а также при работе с различными светофильтрами необходимо вводить экспозиционную поправку, которую требуется вводить также в зависимости от интенсивности окраски и структуры исследуемого объекта, если градуировка производилась с другим объектом.

Эта поправка может быть введена различным образом в зависимости от условий работы.

Если, в основном, предполагается производить микрофотографирование на пленку типа ЗТ, то можно выбрать другое оптимальное напряжение, подаваемое на фотоэлектронный умно-

житель, проградуировав экспонометрическое устройство, как указано выше.

В том случае, если при градуировке при всех напряжениях, подаваемых на фотоэлектронный умножитель, получается недоэкспонирование пленки, перед фотокатодом фтоэлектронного умножителя следует включить нейтральный светофильтр НС10, для чего рукоятку 100 (см. рис. 9) вдвиньте в корпус микроскопа до упора.

Если используются пленки различного типа, в том числе и такие, спектральная чувствительность которых отличается от чувствительности пленок типа КН, то, не меняя градуировки прибора, выберите положение переключателя 151 (см. рис. 15) пульта, для чего настройте микроскоп и произведите фотографирование препарата на выбранную пленку при всех положениях (с 1 по 8) переключателя 151, проявите пленку и определите, при каком положении переключателя получены нормально экспонированные кадры.

Линейные увеличения на фотопленке и фотопластинке подсчитываются по формуле

$$\Gamma = 1,2 \cdot \beta_{об} \cdot \beta_{нас} \cdot \beta_{ф/ок}, \quad (1)$$

где 1,2 — увеличение тубусной линзы при работе с объективами, рассчитанными на длину тубуса 160 мм;

$\beta_{об}$ — увеличение применяемого объектива;

$\beta_{нас}$ — увеличение оптической системы насадки;

$\beta_{ф/ок}$ — увеличение применяемого фотоокуляра.

При фотографировании на фотопленку фотоокуляр 7^х дает увеличение 4,2, фотоокуляр 10^х — 5,6, фотоокуляр 16^х — 8,6.

При фотографировании на пластинку фотоокуляры работают с номинальным увеличением.

Пластиночную фотокамеру установите на корпус тубусодержателя вместо переходной втулки 166 (см. рис. 8) и закрепите винтом 168. Установите тросик и откройте затвор. Настройте микроскоп, открыв крышку 165, вставьте в держатель нужный фотоокуляр.

При фотографировании с пластиночной фотокамерой наблюдение за резкостью изображения объекта ведите по матовому стеклу, установленному в гнездо для кассет. Для более точной наводки на резкость изображения применяют прозрачное стекло с перекрестьем и лупу 8^х.

После того как будет достигнуто резкое изображение объекта на матовом (или прозрачном) стекле, снимите стекло, уберите тросик, закройте затвор, установите на место матового стекла кассету с пластиинкой. Включите на пульте (см. рис. 15) тумблер СЕТЬ.

Для получения пластиинок с нормальным почернением определите положение переключателя 151. Для этого, пользуясь

переходным коэффициентом, приведите значение чувствительности фотопластинки к чувствительности фотопленки (если спектральная чувствительность пластиноч существенно не отличается от спектральной чувствительности пленок типа КН) по формуле

$$S_1 = \frac{S_2}{K}, \quad (2)$$

где S_1 — чувствительность пленки;

S_2 — чувствительность пластиноч;

K — переходной коэффициент, зависящий от увеличения фотоокуляра; для фотоокуляров 7^x и $6,3^x$ $K=3,0$; для фотоокуляра 10^x $K=3,2$; для фотоокуляра 16^x $K=3,5$.

Пользуясь табл. 7, установите переключатель *151* в положение, соответствующее полученной чувствительности пленки.

В том случае, если спектральная чувствительность фотопластинок существенно отличается от спектральной чувствительности пленок типа КН, произведите градуировку, как указано выше для пленки, т. е., меняя напряжение на фотоэлектронном умножителе, сделайте несколько пробных снимков на пластиноч для научных целей, спектральные II и III $S=4,9$ ед. ГОСТ) и таким образом определите положение переключателя *151*.

8.12. Фотографирование с импульсной лампой

При фотографировании живых объектов, а также объектов, длительная засветка которых нежелательна, рекомендуется пользоваться импульсным источником света.

Помните, что при длительных перерывах в работе с блоком импульсной лампы ИСК-25 необходимо не реже 1 раза в 6 месяцев в течение 8 часов тренировать конденсаторы включением блока питания в сеть. При этом переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ на лицевой панели должен быть установлен в положение «1».

Настройку освещения производите с одним из осветителей с лампой ОП12-100 при минимальном напряжении или с лампой ДРШ250-3 с нейтральными светофильтрами; при работе рукоятка 79 (см. рис. 8) должна быть выдвинута из основания микроскопа.

Когда нужный участок объекта приведен в центр поля зрения, проверьте, чтобы шторка, предохраняющая фотокатод фотоэлектронного умножителя от засветки, была закрыта. Если шторка не будет закрыта, импульсная лампа не будет работать.

Примерно за час до работы включите тумблер СЕТЬ на блоке импульсной лампы. При этом переключатель РЕЖИМ РАБОТЫ установите в положение «1». Переключатель *151* (см.

рис. 15) на пульте управления фотосъемкой установите в крайнее левое положение («0»).

Когда все тумблеры включены, нужно установить режим съемки.

Блок питания импульсной лампы ИСК-25 обеспечивает три режима работы. Первый режим предназначен для формовки конденсаторов (перед съемкой), второй и третий режимы — для съемки объектов.

9. ПРАВИЛА ОБРАЩЕНИЯ С МИКРОСКОПОМ, ХРАНЕНИЕ И ТРАНСПОРТИРОВАНИЕ, ВОЗМОЖНЫЕ НЕИСПРАВНОСТИ МИКРОСКОПА И СПОСОБЫ ИХ УСТРАНЕНИЯ

9.1. Правила обращения с микроскопом

Микроскоп требует бережного и аккуратного обращения.

Микроскоп выпускается тщательно проверенным и может безотказно работать продолжительное время, но для этого необходимо содержать его в чистоте и предохранять от повреждений. Упаковка обеспечивает сохранность микроскопа при перевозке. При получении микроскопа проверьте сохранность пломбы.

Особое внимание обращайте на чистоту оптических деталей микроскопа. Пыль с оптических поверхностей смахивайте беличьей кисточкой. Жировые налеты удаляйте мягкой тряпочкой, слегка смоченной чистым бензином или ксиолом, или ватой, намотанной на гладкую деревянную палочку и также смоченной бензином или ксиолом. Особенно аккуратно чистите зеркальные поверхности; пыль с них сдувайте резиновой грушей.

Кювету наполняйте только дистиллированной водой или 4-процентным раствором медного купороса, так как в противном случае на ее стенках могут образоваться налеты, которые будут ослаблять световой поток, проходящий через воду.

Не разбирайте узлы микроскопа для чистки оптики сами, так как такая разборка приведет к разъюстировке и порче микроскопа.

Смазку направляющих микроскопа производите по мере загустения заводской смазки, что станет сказываться на легкости и плавности хода подвижных частей микроскопа. В этом случае смойте загустевшую смазку бензином и нанесите на направляющие тонкий слой вазелина или смазки из комплекта микроскопа.

9.2. Хранение

По окончании работы на микроскопе предметный столик опустите (во избежание случайного соприкосновения объектива

с препаратом). Съемные принадлежности микроскопа уложите в ящики правой и левой боковых тумб. Отверстия в основании и корпусе микроскопа закройте крышками, а весь микроскоп — чехлом.

9.3. Транспортирование

При необходимости перебазирования в другое помещение микроскоп и принадлежности должны быть уложены в транспортную тару. При встряхивании микроскоп и принадлежности не должны перемещаться. Допускается перевозка микроскопа всеми видами крытых транспортных средств.

После транспортирования (или хранения) при низких температурах микроскоп в транспортной таре выдержите в помещении при температуре $(+25 \pm 10)^\circ\text{C}$ не менее 10 часов и только после этого распакуйте и приступайте к работе.

9.4. Возможные неисправности микроскопа и способы их устранения

Таблица 8

Неисправность	Причина	Способ устранения
При включении блока питания не горит лампа	Вышел из строя предохранитель	Отключите блок питания от сети. Выньте предохранитель. При неисправности замените его
	Перегорела лампа	Отключите блок питания. Отключите лампу от блока питания и дайте ей остыть. Выньте лампу из осветителя или фонаря. При неисправности спирали или электроконтакта замените лампу

Время устранения неисправностей за счет использования комплекта запасных частей и рекомендаций технического описания и инструкции по эксплуатации — не более одного часа.

10. КАТАЛОГ ДЕТАЛЕЙ И УЗЛОВ ДЛЯ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО ЗАКАЗА

Наименование	Номер сборки или детали
1. Анализатор в оправе	Ю-44.49.830
2. Конденсор КОН-3	Ю-41.52.241 ССп
3. Конденсор панкратический ПК-3	Ю-41.52.508 Сп
4. Конденсор темного поля ОИ-13 ($A=1,2$)	Ю-41.52.222 Сп

Продолжение

Наименование	Номер сборки или детали
5. Лупа 8 ^х	Ю-41.36.114 Сп
6. Объектив планапохроматический 10×0,30	Ю-41.11.050
7. Объектив планапохроматический 16×0,40	Ю-41.11.051
8. Объектив планапохроматический 40×0,65	Ю-41.11.052
9. Объектив планапохроматический 60×0,85	Ю-41.11.053
10. Объектив планапохроматический 100×1,25 (м. и.)	Ю-41.11.054
11. Объектив апохроматический 10×0,30	Ю-41.11.502
12. Объектив апохроматический 20×0,65	Ю-41.11.503
13. Объектив апохроматический 40×0,95	Ю-41.12.309
14. Объектив апохроматический 60×1-0,7 (м. и.)	Ю-41.11.718
15. Объектив апохроматический 90×1,30 (м. и.)	Ю-41.11.713
16. Объектив планахроматический 3,5×0,10	Ю-41.11.314
17. Объектив планахроматический 9×0,20	Ю-41.11.325
18. Объектив ахроматический 90×1,25-0,6 (м. и.)	Ю-41.11.070
19. Объектив ахроматический фазовый 20×0,40Ф	Ю-41.11.066
20. Объектив ахроматический фазово-люминес- центный 40×0,65ФЛ	Ю-41.11.029
21. Объектив ахроматический фазовый 40×0,65Ф	Ю-41.11.010
22. Объектив ахроматический фазово-люминес- центный 90×1,25ФЛ (м. и.)	Ю-41.11.031
23. Объектив ахроматический фазовый 90×1,25Ф (м. и.)	Ю-41.11.022
24. Объектив апохроматический фазовый 70×1,23Ф (в. и.)	Ю-41.11.721
25. Объектив ахроматический люминесцентный 10×0,40Л	Ю-41.11.908
26. Объектив ахроматический люминесцентный 30×0,90Л (в. и.)	Ю-41.11.219
27. Объектив ахроматический люминесцентный 40×0,75Л (в. и.)	Ю-41.11.207
28. Объектив апохроматический люминесцентный 70×1,23Л (в. и.)	Ю-41.11.069
29. Объект-микрометр для проходящего света ОМ-П	Ю-44.49.624 ВК
30. Объект-микрометр для отраженного света ОМ-О	Ю-44.49.623 ВК
31. Окуляр Гюйгенса 10 ^х	Ю-41.31.108 Сп
32. Окуляр компенсационный К6,3 ^х	Ю-41.31.568 Сп
33. Окуляр 4 ^х	Ю-41.31.620 Сп

Продолжение

Наименование	Номер сборки или детали
34. Окуляр 4 ^х с перекрестием	Ю-41.31.627 Сп
35. Окуляр измерительный К16 ^х со шкалой	Ю-41.31.574 Сп
36. Окуляр измерительный С15 ^х со шкалой	Ю-41.33.235 Сп
37. Поляризатор в оправе	Ю-44.49.979
38. Светофильтр УФС6-3 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.57.001
39. Светофильтр УФС6-5 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.57.002
40. Светофильтр ФС1-2 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.57.103
41. Светофильтр ФС1-4 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.57.102
42. Светофильтр ФС1-6 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.57.104
43. Светофильтр СС15-2 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.57.405
44. Светофильтр СЗС7-2 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.57.618
45. Светофильтр СЗС24-4 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.57.617
46. Светофильтр БС8-2 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.59.605
47. Светофильтр МС13-2 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.59.606
48. Светофильтр НС10 (диаметр 32 мм) в оправе	Ю-41.59.213
49. Светофильтр синий СС1 (диаметр 58 мм) в оправе	Ю-41.57.404
50. Светофильтр зеленый ЗС11 (диаметр 58 мм) в оправе	Ю-41.57.811
51. Светофильтр желто-зеленый ЖЗС1 (диаметр 58 мм) в оправе	Ю-41.58.025
52. Светофильтр желтый ЖС18 (диаметр 58 мм) в оправе	Ю-41.58.245
53. Светофильтр оранжевый ОС14 (диаметр 58 мм) в оправе	Ю-41.58.453
54. Светофильтр нейтральный НС10 (диаметр 58 мм) в оправе	Ю-41.59.212
55. Светофильтр СС15	Ю-71.91.119
56. Светофильтр КС11	Ю-71.92.057
57. Светофильтр ОС11	Ю-71.91.890
58. Светофильтр НС10	Ю-71.92.393
59. Светофильтр ЗС11	Ю-24.91.301
60. Светофильтр НС3	Ю-24.92.201
61. Стекло кюветы	Ю-71.93.972
62. Стекло теплозащитное в оправе	Ю-41.57.616

Продолжение

Наименование	Номер сборки или детали
63. Стекло матовое в оправе	IO-41.59.604
64. Стекло с перекрестием в рамке	IO-44.45.023
65. Стекло матовое в рамке кассеты 9×12	IO-44.49.531 Сп
66. Столик скользящий	IO-45.14.150
67. Телеобъектив	IO-44.28.322
68. Фотоокуляр компенсационный К7×П	IO-41.31.564
69. Фотоокуляр компенсационный К10×П	IO-41.31.563
70. Фотоокуляр компенсационный К16×	IO-41.31.579
71. Фотоокуляр Гюйгенса 7×П	IO-41.33.114
72. Фотоокуляр Гюйгенса 10×П	IO-41.33.115
73. Фланец с контактами	IO-45.48.465
74. Эпиобъектив 9×0,20	IO-41.51.401 Сп
75. Эпиобъектив 21×0,40Л	IO-41.15.401 Сп
76. Эпиобъектив 21×0,40	IO-41.15.402 Сп
77. Эпиобъектив 40×0,65Л	IO-41.15.405 Сп
78. Эпиобъектив 40×0,65	IO-41.15.404 Сп
79. Эпиобъектив 95×1,0 (м. и.)	IO-41.15.406 Сп
80. Окуляр компенсационный 10×	IO-41.31.503 Сп

СОДЕРЖАНИЕ

1. Назначение	3
2. Технические данные	5
3. Состав микроскопа	10
4. Устройство и работа микроскопа	10
4.1. Осветительная часть микроскопа	10
4.2. Наблюдательная и фотографическая части схемы	16
4.3. Электрическая схема	17
4.4. Конструкция	18
5. Маркирование	28
6. Указания мер безопасности	28
7. Подготовка микроскопа к работе	29
8. Порядок работы	30
8.1. Работа в проходящем свете	30
8.2. Выбор объективов	30
8.3. Работа в светлом поле с панкратическим конденсором ПК-3	31
8.4. Работа с телеобъективом и конденсором КОН-3 в светлом поле и с конденсором ОИ-13 в темном поле	33
8.5. Работа по методу фазового контраста	35
8.6. Работа в поляризованном свете	35
8.7. Работа с центрировочной пластиной	36
8.8. Работа в отраженном (падающем) свете в светлом и темном поле	37
8.9. Работа в свете люминесценции объекта	38
8.10. Работа в свете люминесценции объектов	38
8.11. Фотографирование	42
8.12. Фотографирование с импульсной лампой	48
9. Правила обращения с микроскопом, хранение и транспортирование, возможные неисправности микроскопа и способы их устранения	49
9.1. Правила обращения с микроскопом	49
9.2. Хранение	49
9.3. Транспортирование	50
9.4. Возможные неисправности микроскопа и способы их устранения	50
10. Каталог деталей и узлов для дополнительного заказа	50