

**КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ  
УНИВЕРСИТЕТ**

---

**Геологический факультет  
Кафедра региональной геологии и полезных ископаемых**

**ПРАКТИЧЕСКОЕ РУКОВОДСТВО ПО РАБОТЕ  
С ПОЛЯРИЗАЦИОННЫМ МИКРОСКОПОМ  
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЕТРОГРАФИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ**

**Учебно-методическое пособие к лабораторным занятиям  
по курсу «Основы кристаллооптики»  
для направления 020700.62: Геология,  
квалификация: бакалавр геологии,  
профиль: геология, экологическая геология, геохимия  
форма обучения: очная**

**Казань – 2011**

**УДК 550-551, 549.132:553.1 (075.84)**

*Печатается по решению Редакционно-издательского совета ФГАОУВПО  
«Казанский (Приволжский) федеральный университет»*

*методической комиссии геологического факультета*

*Протокол № 15 от 24 февраля 2011 г.*

*заседания кафедры региональной геологии и полезных ископаемых*

*Протокол № 5 от 21 февраля 2011 г.*

*Автор-составитель*

канд. геол.-мин. наук, доц. Л.М. Ситдикова  
оформитель, инженер А.Р. Садрлиманов

*Научный редактор*

доктор геол.-мин. наук, доц. Р.Р. Хасанов

*Рецензент*

канд. геол.-мин. наук, доц. В.Г. Изотов

**Практическое руководство по работе с поляризационным микроскопом для исследования петрографических объектов:** Учебно-методическое пособие / Л.М. Ситдикова. – Казань: Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011. – 24 с.

Микроскопический метод является одним из ведущих методов исследования минералов, структурно-текстурных особенностей, строения магматических, метаморфических и осадочных пород. Суть метода заключается в кристаллооптическом исследовании минералов с помощью поляризационного микроскопа. Рекомендовано как практическое руководство для работы на поляризационных микроскопах Полам Л-213, Полам Р-211, Полам РП-1.

Цель: научить студентов разбираться в устройстве поляризационных микроскопов системы Полам, которые используются в учебном процессе, привить практические навыки работы с поляризационным микроскопом, научить применению основных методов кристаллооптических исследований минералов.

© Казанский (Приволжский) федеральный университет, 2011

№ п/п	Оглавление	стр.
1.	Поляризационный микроскоп Полам Л-213М.....	5
2.	Поляризационный микроскоп Полам Р-211М.....	6
3.	Поляризационный микроскоп Полам РП-1.....	14
4.	Последовательность работы на микроскопах Полам Л-213М, Полам Р-211М, Полам РП-1.....	17
5.	Настройка микроскопа.....	18
6.	Установка поляризатора и анализатора в рабочее положение.....	18
7.	Центрировка объектива.....	19
8.	Определение увеличения микроскопа и диаметра наблюдаемого поля на объекте.....	20
9.	Наблюдение объекта при одном поляризаторе.....	21
10.	Наблюдение объекта с поляризатором и анализатором..	21
11.	Наблюдение интерференционных фигур (коноскопический метод).....	22
12.	Линейные измерения.....	23
13.	Контрольные вопросы.....	24
14.	Литература.....	24

Поляризационный микроскоп основан на использовании специальных устройств – двух призм Николя (или николей). Николь I – это поляризатор, николь II – анализатор. На поляризатор (николь I) поступает обыкновенный свет, который выходит из него в виде одного прямолинейно-поляризованного луча. При прохождении через анизотропный кристалл поляризованный луч разлагается на два луча, колеблющихся во взаимно перпендикулярных плоскостях и распространяющихся в кристалле с различной скоростью. Эти два луча выходят из кристалла с некоторой разностью хода (фаз). Анализатор (николь II) приводит колебания лучей в одну плоскость, происходит явление интерференции. В результате погашаются те или иные части спектра.

Поляризационный микроскоп предназначен для исследования минералов и горных пород в проходящем свете. Микроскопы, которые используются студентами геологического факультета в лабораторных занятиях курсов: «Основы кристаллооптики», «петрография» - бинокулярные микроскопы: **Полам Л-213М, Полам Р-211М, Полам РП-1.**

**В процессе работы на поляризационных микроскопах необходимо соблюдать следующие меры безопасности.** Источником опасности являются: электрический ток, световое и тепловое излучение галогенной лампы накаливания.

#### **Основные требования при работе на микроскопе:**

1. Включение вилки шнура питания лампы в источник питания необходимо производить при отключенном от сети источнике питания.

2. Включение трансформатора в сеть производить в крайнее левом положении ручки регулирования напряжения, соответствующей наименьшему напряжению.

3. Замену перегоревшей лампы осветительного устройства и предохранителей трансформатора производить при отключенном от сети положении.

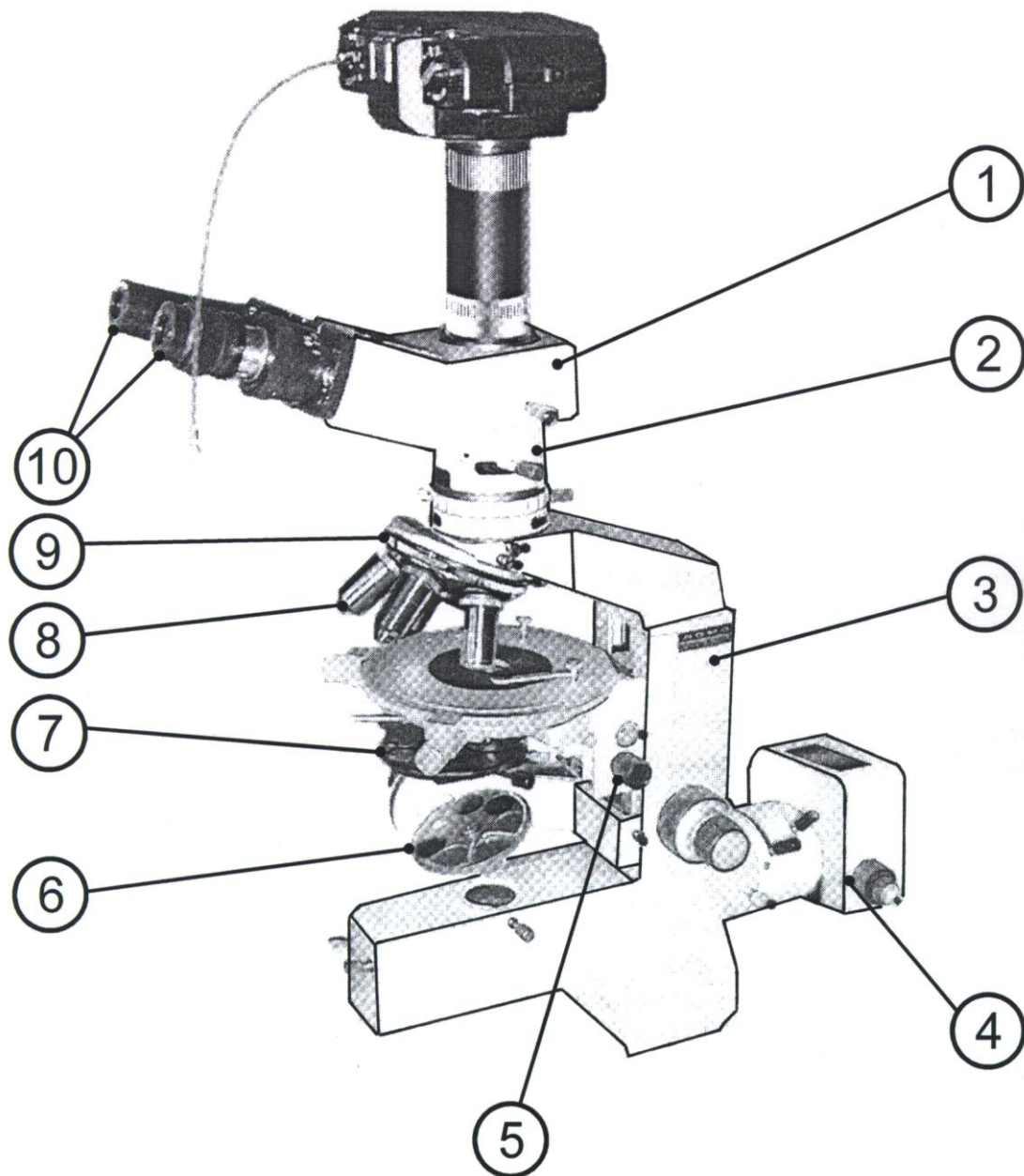
4. Замену лампы производить только после охлаждения осветительного устройства.

5. После замены лампы включение источника питания производить только после установки лампы внутрь осветительного устройства для исключения возможности попадания яркого излучения лампы в глаза исследователя и окружающего персонала.

6. Электрический ток и тепловое излучение лампы при длительной работе в режиме наибольшего напряжения вызывают сильный нагрев поверхности осветительного устройства. Температура может достигать более 60°C. Во избежание получения ожога, нельзя прикасаться к поверхностям осветительного устройства во время работы на микроскопе.

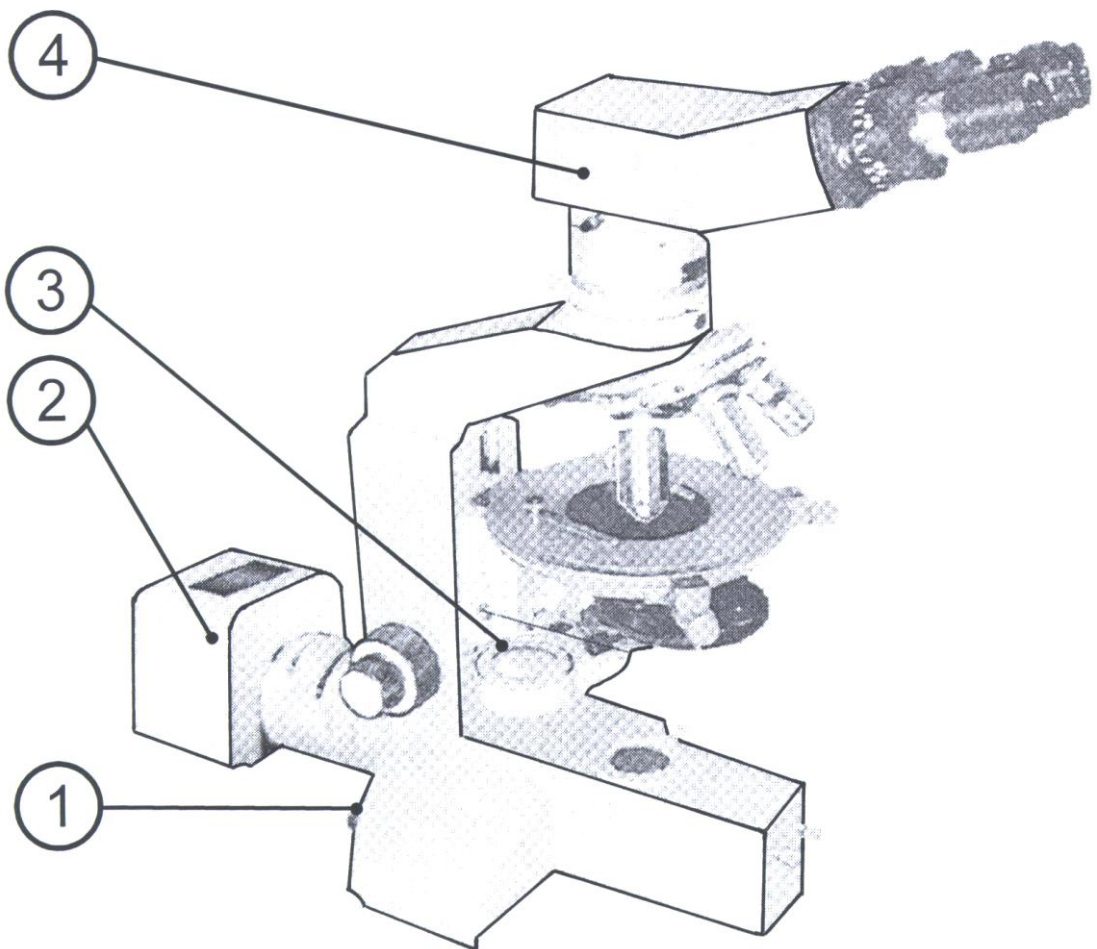
7. При подключении микроскопа с источником питания к двухпроводной сети обязательно должно быть проведено заземление микроскопа.

## ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ МИКРОСКОП ПОЛАМ Л-213М



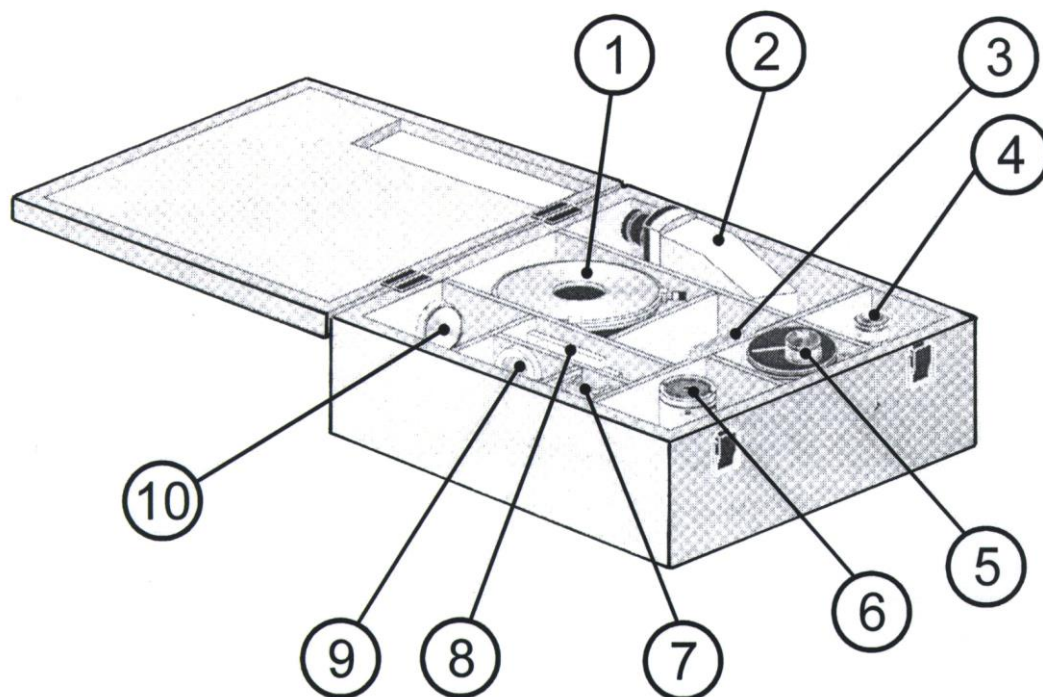
**Рис. 1. Поляризационный лабораторный агрегатный микроскоп Полам Л-213М.**

1 - тринокулярная насадка; 2 - промежуточный тубус; 3 - стойка микроскопа; 4 - осветительное устройство с лампой 12 В, 100 Вт; 5 - кронштейн конденсорного устройства; 6 - поворотный интерференционный монохроматор МИП-2; 7 - конденсорное устройство; 8 - объектив; 9 - револьверное устройство; 10 - окуляры.



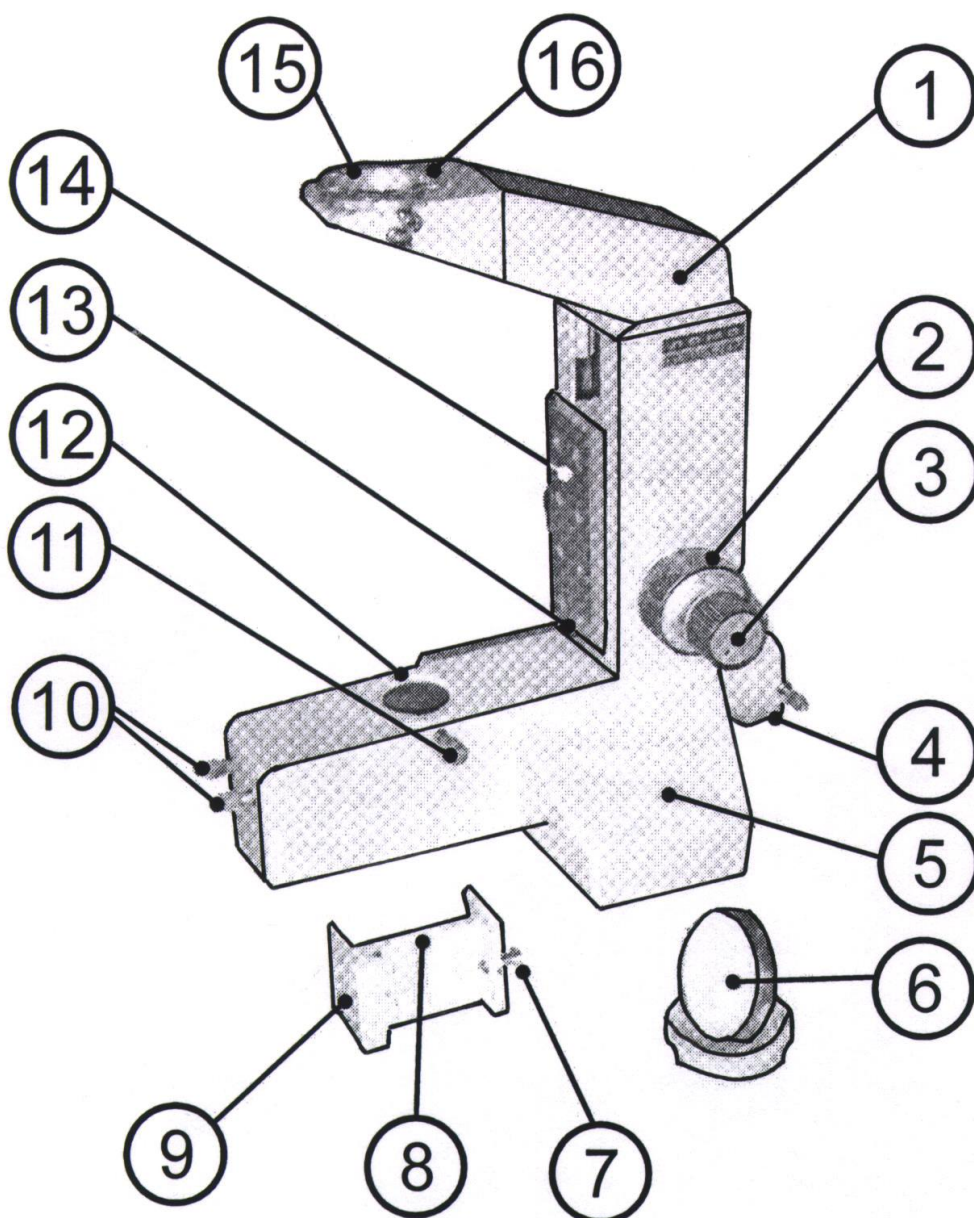
**Рис. 2. Микроскоп поляризационный агрегатный рабочий  
Полам Р-211М.**

- 1 - клемма для заземления;
- 2 - осветительное устройство с лампой 12 В, 50 Вт;
- 3 - откидная линза в оправе;
- 4 - бинокулярная насадка.



**Рис. 3. Составные части микроскопа Полам Л-213М:**

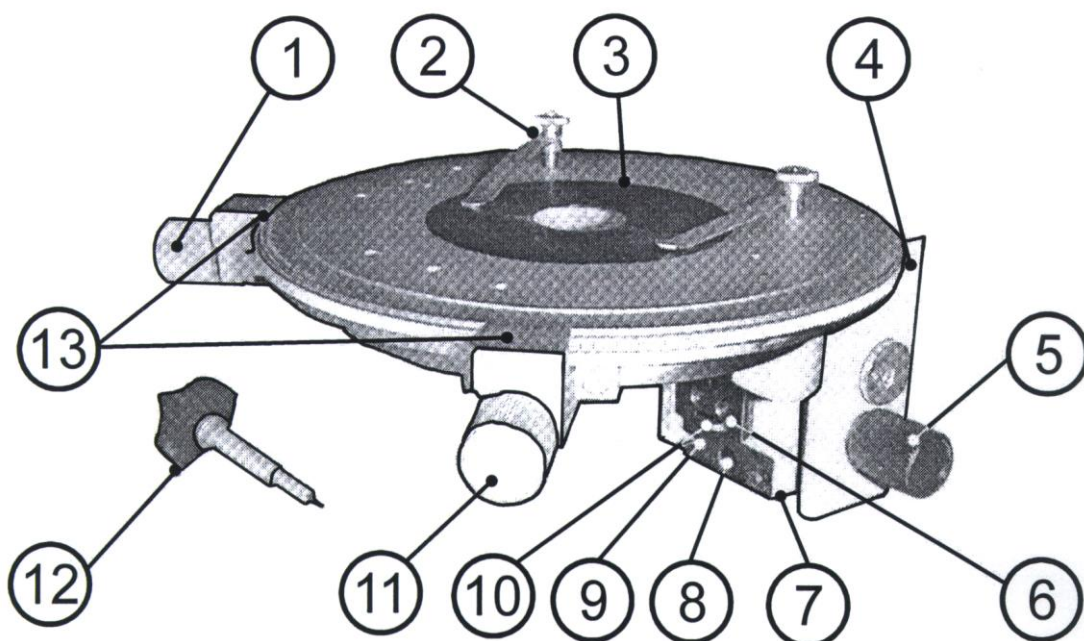
- 1 - предметный столик на кронштейне и с кронштейном конденсора А0,85;
- 2 - насадка;
- 3 - объект-микрометр;
- 4 - конденсор А1,25 в кронштейне конденсора;
- 5 - конденсор А0,85;
- 6 - промежуточный тубус;
- 7 - ограничитель;
- 8 - препаратодержатель;
- 9 - откидная осветительная линза;
- 10 - съемное зеркало.



**Рис. 4. Основные детали штативного устройства микроскопа Полам Л-213М.**

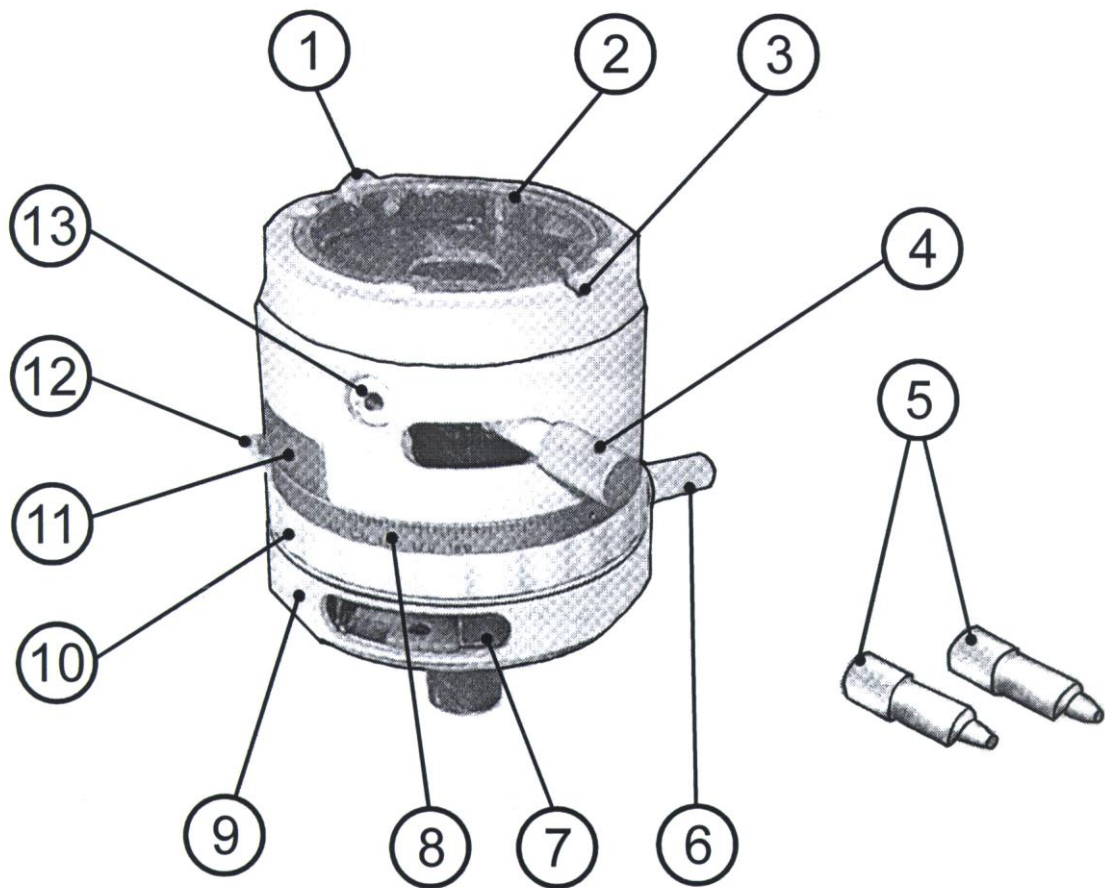
1 – держатель тубуса; 2- рукоятка грубой фокусировки; 3 - рукоятка точной фокусировки; 4 - гнездо для установки осветительного устройства; 5 - основание; 6 - поворотное зеркало в оправе; 7- зажимной винт; 8 - паз ограничителя; 9 - ограничитель; 10 - центрировочные винты полевой диафрагмы; 11- зажимной винт; 12 - теплофильтр в оправе; 13 - выступ; 14 - направляющая фокусирующего механизма; 15 - гнездо для установки промежуточного тубуса; 16 - установочный паз.





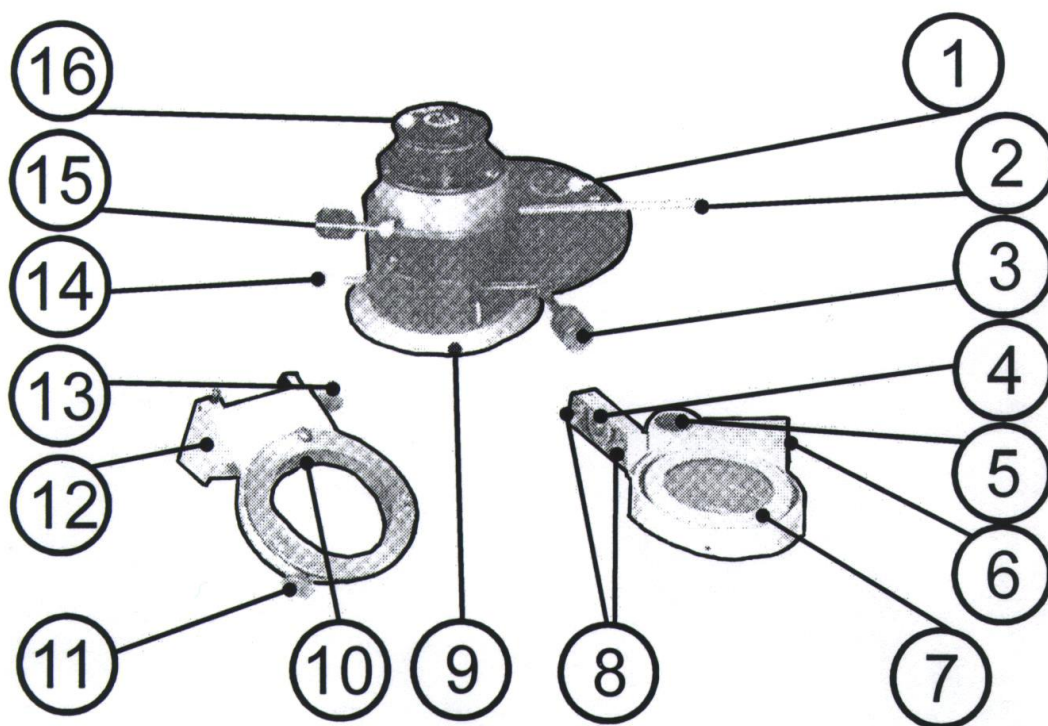
**Рис. 5. Основные детали предметного столика микроскопа на кронштейне микроскопа Полам Л-213М.**

- 1 - стопорный винт;
- 2 – клемма, держатель шлифа или препарата;
- 3 - вращающийся диск столика;
- 4 - кронштейн;
- 5 - рукоятка для перемещения конденсорного устройства;
- 6 - направляющая;
- 7 - направляющая;
- 8 - резьбовое отверстие для установки откидной линзы в оправе;
- 9 - паз;
- 10 - выступ;
- 11 - винт для включения механизма фиксации углов поворота диска столика;
- 12 - торцовый ключ;
- 13 - отсчетные линейки - нониусы.



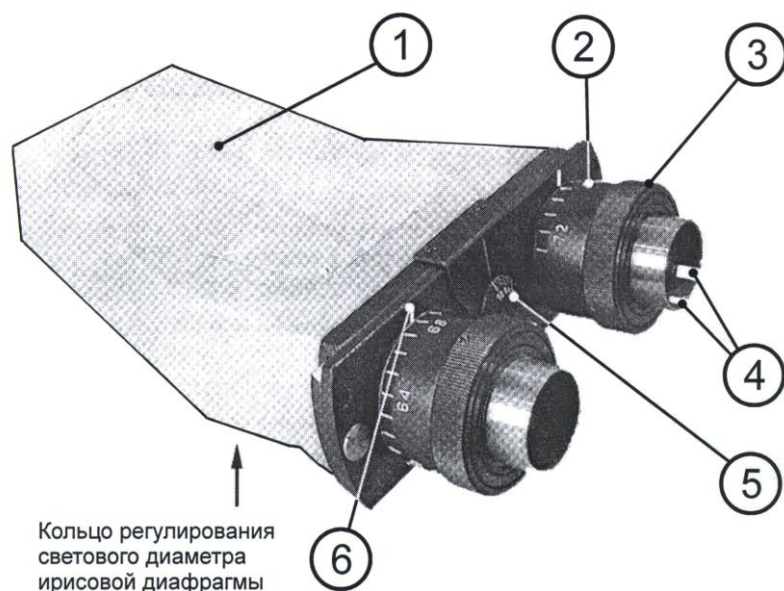
**Рис. 6. Основные детали устройства промежуточного тубуса микроскопа Полам Л-213М.**

- 1 - винт для закрепления насадки;
- 2 - гнездо для установки насадки;
- 3 - установочный паз;
- 4 - рукоятка включения, выключения и фокусировки линзы Бертрана;
- 5 - центрировочные винты;
- 6 - зажимной винт анализатора;
- 7 - паз для установки компенсационных устройств;
- 8 - шкала углов поворота анализатора;
- 9 - кольцо с рифлением для защиты паза от попадания пыли;
- 10 - кольцо с рифлением поворота анализатора;
- 11 - нониус;
- 12 - рукоятка включения и выключения анализатора;
- 13 - винт для центрировки линзы Бертрана.



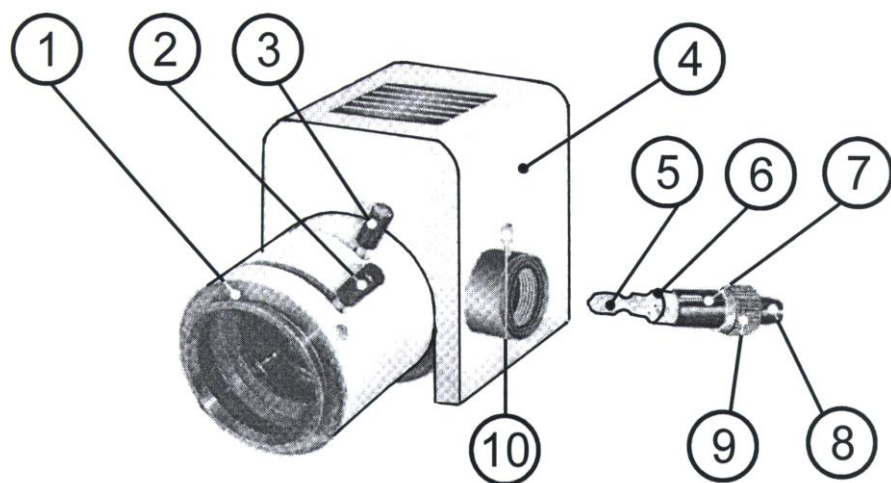
**Рис. 7. Основные детали конденсорного устройства А0,85 микроскопа Полам Л-213М.**

- 1 - револьверный диск;
- 2 - рукоятка регулирования светового диаметра апертурной диафрагмы;
- 3 - центрировочный винт;
- 4 - винт для закрепления откидной линзы в оправе;
- 5 - ось;
- 6 - пружина;
- 7 - откидная линза в оправе;
- 8 - установочные штифты;
- 9 - поляризатор в оправе;
- 10 - установочный паз; 11 - зажимной винт;
- 12 - кронштейн конденсорного устройства;
- 13 - винт для закрепления кронштейна;
- 14 - винт для закрепления поляризатора в оправе;
- 15 - установочный винт;
- 16 - фронтальная линза в оправе.



**Рис. 8. Основные детали бинокулярной насадки микроскопа Полам Л-213М.**

1 - корпус насадки; 2 - окулярный тубус; 3 - кольцо с рифлением механизма диоптрийной подвижки; 4 - пазы в правом окулярном тубусе; 5 - шкала базовых расстояний; 6 – индекс (для установки расстояния между окулярами).

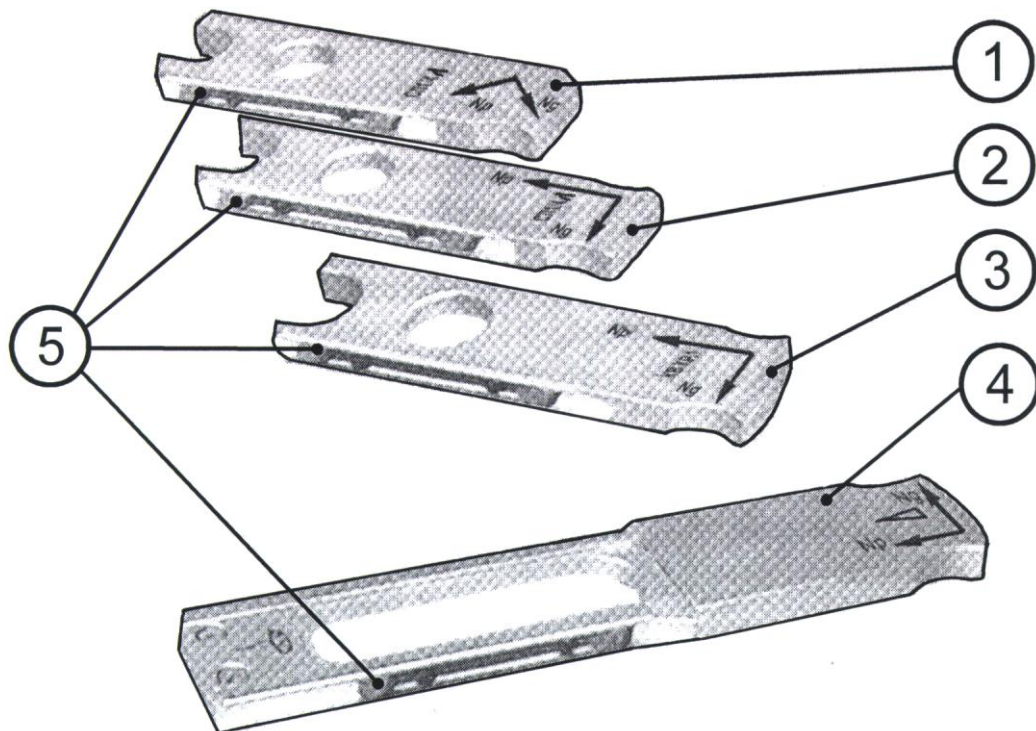


**Рис. 9. Детали осветительного устройства с галогенной лампой 12В, 100Вт. микроскопа Полам Л-213М.**

1- корпус; 2- рукоятка регулирования светового диаметра полевой диафрагмы; 3 - рукоятка подвижки коллектора вдоль оси осветителя; 4 - осветительное устройство - фонарь; 5 - лампа; 6 - патрон; 7 - держатель лампы; 8 - втулка; 9 - гайка для центровки лампы; 10 - винт для центровки лампы.



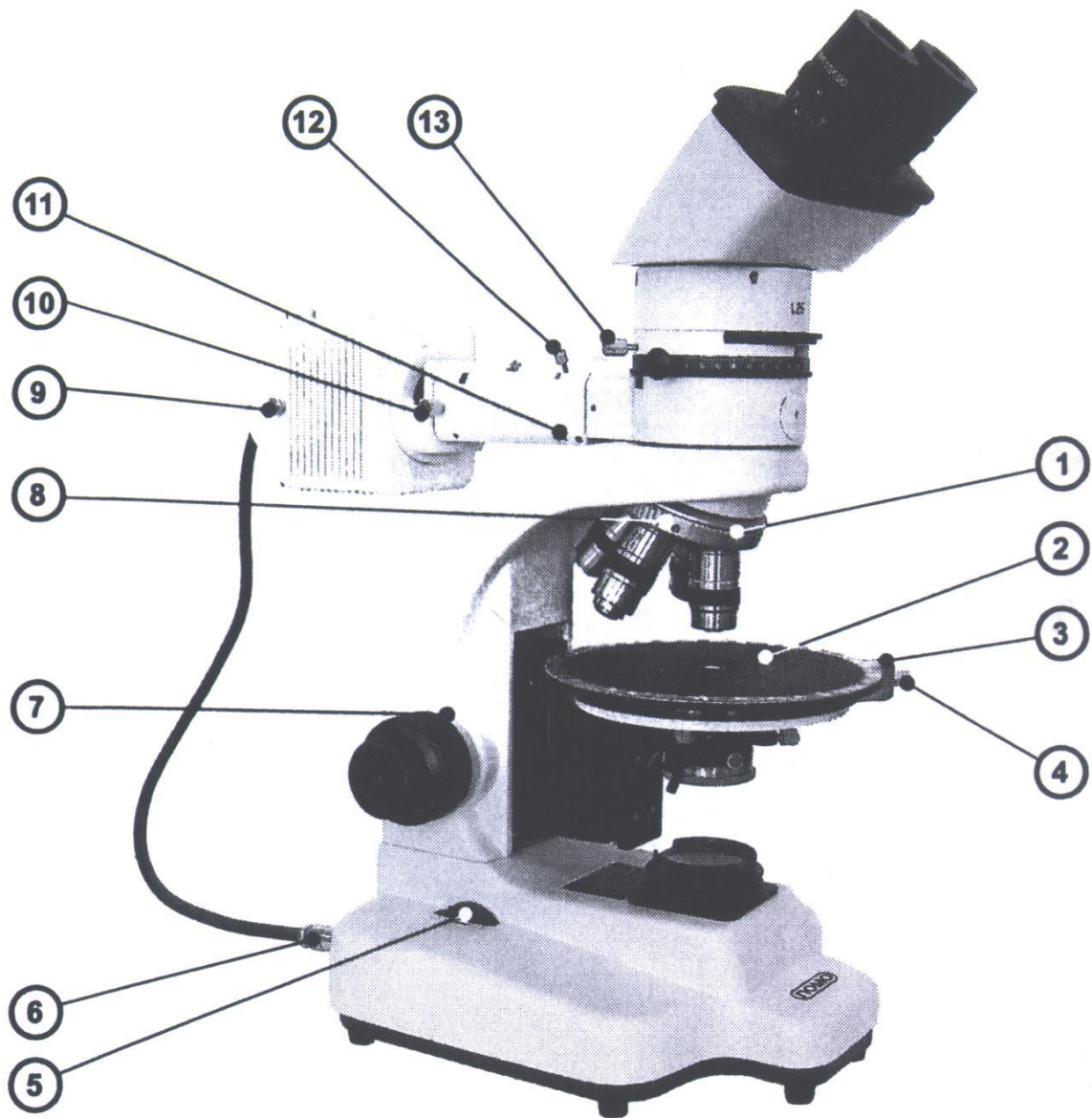
**Рис. 10. Окуляр с ориентированным перекрестием микроскопа Полам Л-213М.**



**Рис. 11. Компенсационные устройства - компенсаторы микроскопов системы Полам.**

1 - компенсационная слюдяная пластинка  $1/4 \lambda$ , с расположением кристаллографических осей под  $45^\circ$  к сторонам оправы; 2 - компенсационная слюдяная пластинка  $1/4 \lambda$ , с расположением кристаллографических осей параллельно сторонам оправы; 3 - компенсационная кварцевая пластинка 1-го порядка; 4 - компенсационный кварцевый клин до 3,5 порядков; 5 – пружина.

## МИКРОСКОП ПОЛЯРИЗАЦИОННЫЙ ПОЛАМ РП-1



**Рис. 12. Общий вид микроскопа Полам РП-1.**

1 - револьвер, 2 - диск, 3 - нониус, 4 - винт зажимной, 5 - рукоятка регулировки яркости лампы, 6 - кабель, 7 - кольцо регулировки тугости хода, 8 - гнездо центрировки объектива, 9 - винт крепления крышки, 10 - винт крепления фонаря, 11 - гнездо центрировки полевой диафрагмы, 12 - рукоятка раскрытия полевой диафрагмы, 13 - центрировочный винт линзы Бертрана.

На микроскопах ПОЛАМ РП-1 объективы, входящие в комплект микроскопа, рассчитаны на механическую длину тубуса 160 мм, высоту 45 мм, линейное поле в пространстве изображений 20 мм. На корпусе каждого объектива имеется гравировка, включающая увеличение, числовую апертуру, значение длины тубуса «160», толщину покровного стекла «0,17» или «0».

На объективах для **отраженного света** обозначен тип коррекции «Plan».

Увеличение объектива в соответствии с международным стандартом маркируется цветным кольцом, нанесенным на корпусе (см. таблицу 1).

Таблица 1

Технические данные объективов микроскопа Полам РП-1

Тип коррекции объектива	Линейное увеличение и числовая апертура	Толщина покровного стекла препарата, мм	Цвет кольца маркировки
Ахромат	4x0,1	0 и 0,17	Красный
Ахромат	10x0,25	0 и 0,17	Желтый
Ахромат	25x0,40	0,17	Зеленый
Ахромат	40x0,65	0,17	Голубой
Ахромат	63x0,85	0,17	Синий
Планахромат	25x0,40	0	Зеленый
Планахромат	40x0,65	0	Голубой
Планахромат	63x0,85	0	Синий

Объективы с гравировкой «160/0,17», рассчитаны для работы с препаратами, защищенными покровным стеклом толщиной **0,17 мм**. Объективы с гравировкой «160/0» рассчитаны для работы с препаратами **без покровных стекол**. Объективы с гравировкой «160/- » могут быть использованы для работы с препаратами, **как с покровным, так и без покровных стекол**.

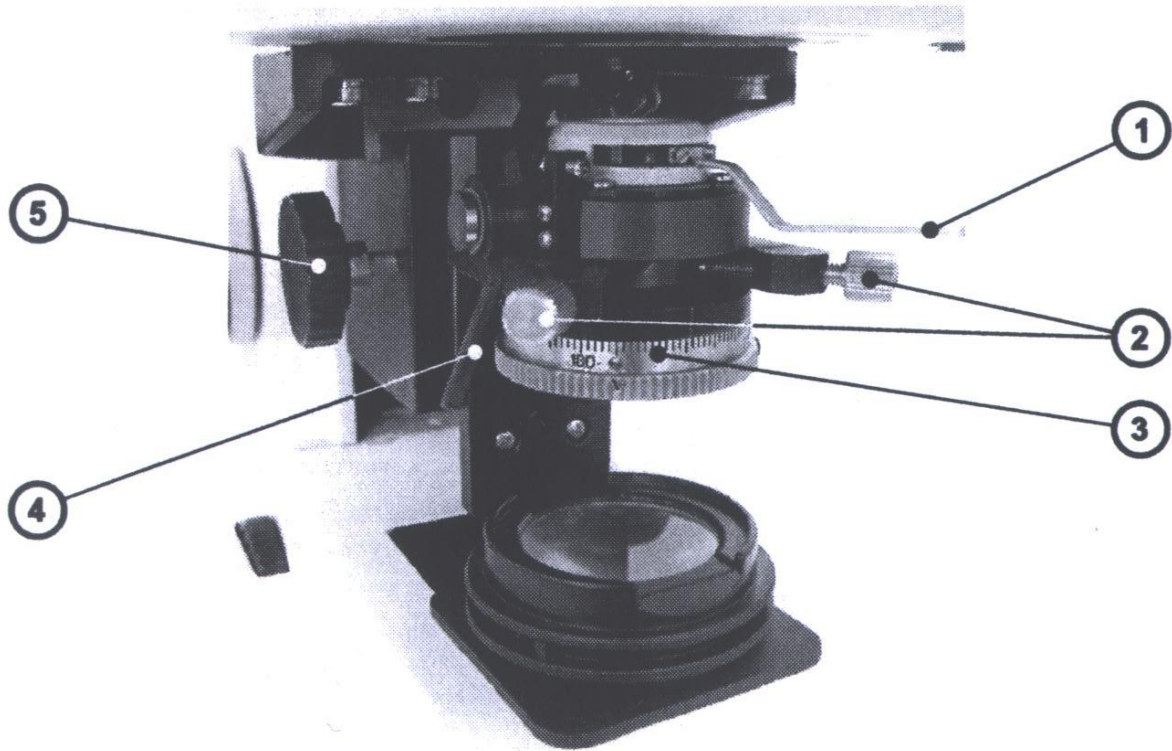
Короткофокусные объективы с увеличением 40 и 63 снабжены пружинящими оправками, предохраняющими препарат и фронтальные линзы объективов от повреждения при фокусировке на препарат.

В комплект микроскопа ПОЛАМ РП-1 входят окуляры с увеличением 10 и линейным полем зрения 20 мм. В соответствии с международным стандартом DIN передняя фокальная плоскость окуляров расположена на 10 мм ниже опорной плоскости окуляров (см. таблицу 2).

Все окуляры имеют подвижку оптического узла для фокусировки на изображение школы перекрестия. Окуляр со школой применяется для определения линейных размеров исследуемых зерен минералов (или других объектов). Цена деления школы 0,1 мм.

## Технические данные окуляров микроскопа ПОЛАМ РП-1

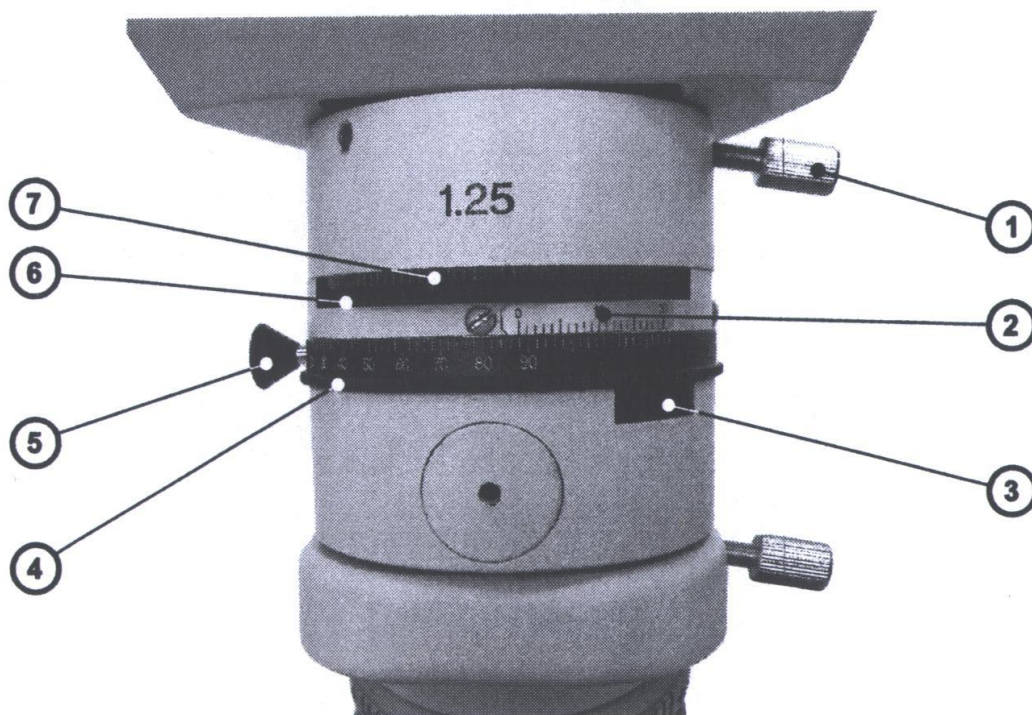
Маркировка на корпусе окуляра	Видимое увеличение	Линейное поле зрения, (мм)	Примечание
HWF 10X/20	10	20	
HWF 10X/20	10	20	С
HWF 10X/20	10	20	Со шкалой



**Рис. 13. Детали конденсорного устройства микроскопа Полам РП-1.**

- 1- рукоятка раскрытия апертурной диафрагмы,
- 2 - центрировочные винты,
- 3 - оправа с поляризатором,
- 4 - рукоятка выключения фронтальной линзы,
- 5 - рукоятка фокусировки конденсора.





**Рис. 14. Детали промежуточного тубуса микроскопа Полам РП-1.**

1 - винт, 2 - нониус, 3 - паз, 4 - кольцо вращения анализатора, 5 - рукоятка включения анализатора, 6 - диск фокусировки линзы Бертрана, 7 - кольцо включения линзы Бертрана.

## **ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНОСТЬ РАБОТЫ НА МИКРОСКОПАХ: ПОЛАМ Л-213 М, ПОЛАМ Р-211М, ПОЛАМ РП-1.**

### **1. Установка объективов, типы объективов.**

- Опустить предметный столик вращением рукояток грубой фокусировки.
- Ввернуть в гнезда револьверного устройства объективы в порядке, удобном для работы.
- Смену объективов в зависимости от выбранного увеличения производить вращением кольца с рифлением до фиксации гнезда револьвера в рабочем положении.

### **2. Установка окуляров.**

- Установить парные окуляры требуемого увеличения в окулярные тубусы визуальной насадки. В правый окулярный тубус установить окуляр с диоптрийной подвижкой.

- Для исключения ошибки глаза наблюдателя, смотря в окуляр на свет, с помощью механизма диоптрийной подвижки сфокусировать его на резкое изображение перекрестия или шкалы (сетки) окуляра.

### **3. Включение осветителя.**

- Подключить лампу осветительного устройства к колодке источника питания - трансформатора.

- Включить источник питания в сеть с помощью ручки переключателя.

- В связи со значительным нагревом поверхности осветительного устройства (фонаря) при горении лампы в режиме наибольшего накала (12В) рекомендуется исследования проводить при выходном напряжении источника питания (6В - 8В), что позволит, увеличить ресурс горения лампы.

### **4. Установка визуальной насадки.**

- Раздвинуть окулярные тубусы визуальной насадки по базе глаз наблюдателя, добившись того, чтобы вместо двух в поле зрения наблюдался только один круг.

- Вставить в правый окулярный тубус насадки окуляр с перекрестием, предварительно выставленный по глазу наблюдателя, а в левый окулярный тубус - парный окуляр из комплекта.

- Наблюдая правым глазом в правый окуляр, сфокусировать микроскоп на резкое изображение объекта.

- Наблюдая левым глазом в левый окуляр, добиться резкого изображения объекта вращением кольца с рифлением левого окулярного тубуса, после чего перейти к наблюдению двумя глазами.

**Необходимо помнить, что наблюдение должно проводиться двумя глазами.**

### **5. Настройка микроскопа.**

#### **5.1. Установка поляризатора и анализатора в рабочее положение.**

Поляризационные устройства микроскопов системы ПОЛАМ ориентированы таким образом, что установка по шкале поляризатора числового отсчета «0» и по шкале анализатора числового отсчета «90» соответствует скрещенному положению поляризационных устройств. При этом направление колебаний света, пропускаемое поляризатором, будет совпадать с горизонтальным штрихом перекрестия окуляра, установленного в окулярный тубус насадки.

- Ослабить винт, крепящий оправу с поляризатором. Вращая поляризатор за оправу, совместить числовую отметку «0» на оправе поляризатора с индексом на корпусе конденсорного устройства, после чего винт завернуть.

- Включить в ход лучей анализатор с помощью рукоятки 12 (рис. 6), при этом риска на рукоятке анализатора должна совпадать с риской на кольце 10

промежуточного тубуса, что указывает на включенное положение анализатора.

- Установить вращением кольца 10 по шкале анализатора числовой отсчет «90», который соответствует скрещенному положению его с поляризатором, и завернуть винт 6.

- Проверить установку поляризационных устройств в скрещенное положение путем наблюдения поля зрения окуляра при малом и среднем увеличении объектива. Скрещенное положение должно соответствовать максимальному потемнению поля зрения окуляра.

При необходимости добиться этого небольшим разворотом поляризатора или анализатора от установленного положения.

- Если для работы необходимо установить анализатор в параллельное положение к поляризатору, то по шкале анализатора установить числовой отсчет «0» или «180».

## **5.2.Центрировка объектива.**

- Поместить на предметный столик микроскопа шлиф и сфокусировать микроскоп на резкое изображение объекта.

- Найти в шлифе минерал небольшого размера или какую-либо заметную деталь малых размеров (например, темную точку в шлифе) и, двигая препарат по столику, привести ее в центр перекрестия окуляра.

- **Наблюдать за поведением выбранной точки, вращая предметный столик микроскопа. Если точка не смещается с центра перекрестия окуляра, то объектив следует считать отцентрированным.**

**Если эти условия не выполнены, отцентрировать объектив следующим образом:**

- установить изображение выбранной детали объекта в положение максимального его удаления от центра перекрестия окуляра вращением предметного столика;

- разделить пополам (приблизительно) расстояние от центра перекрестия до изображения выбранной детали объекта и с помощью центрировочных винтов объектива переместить изображение детали на половину этого расстояния;

- установить изображение детали объекта снова в центр перекрестия перемещением объекта (от руки или с помощью препаратоводителя);

- проверить, остается ли изображение выбранной детали объекта на перекрестии окуляра при вращении предметного столика;

- при необходимости все операции, описанные выше, повторять до тех пор, пока точка объекта, установленная в центр перекрестия окуляра, не будет смещаться при вращении предметного столика микроскопа. В этом случае центрировку объектива можно считать законченной.

Для исключения люфта в резьбе центрировочных винтов объектива рекомендуется при окончательной центрировке объектива вращение обоих центрировочных винтов производить в одну сторону (например, по часовой стрелке).

Все операции, описанные выше, повторить для каждого из объективов, установленных в гнезда револьверного устройства.

Вращать револьверное устройство необходимо только за кольцо 7 с рифлением.

При смене объективов рекомендуется проверить их центрировку и при необходимости отцентрировать указанным выше способом.

### **5.3. Определение увеличения микроскопа и диаметра наблюдаемого поля на объекте**

Общее увеличение  $\Gamma$  микроскопа при визуальном наблюдении определить по формуле

$$\Gamma = \beta_{об} \cdot \beta_{туб.л} \cdot \beta_{ок}, \quad (1)$$

где  $\beta_{об}$  - увеличение объектива;

$\beta_{туб.л}$  - увеличение промежуточного тубуса, равное 1,2;

$\beta_{ок}$  - увеличение окуляра.

Диаметр наблюдаемого поля на объекте  $D_{об}$ , мм, определить по формуле

$$D_{об} = \frac{D_{ок}}{\beta_{об} \cdot \beta_{туб.л}}, \quad (2)$$

где  $D_{ок}$  - диаметр окулярного поля зрения, мм.

### **6. Наблюдение объекта при одном поляризаторе.**

- Включить лампу осветительного устройства в сеть через источник питания.

- Установить исследуемый объект либо непосредственно на предметный столик и закрепить его клеммами, либо закрепить его между лапками препаратоводителя, установленного на предметном столике.

- Выключить из хода лучей анализатор.

- Проверить установку поляризатора: числовая отметка «0» шкалы на оправе поляризатора должна совпадать с риску на корпусе конденсорного устройства; при необходимости установить числовой отсчет «0» вращением поляризатора в оправе 9 (рис. 7) при слегка отжатом винте 14, после чего винт 14 завернуть.

- Установить в визуальную насадку парные окуляры и вращением револьверного устройства включить в ход лучей нужный для работы объектив.

- Сфокусировать микроскоп на объект, не допуская соприкосновения объектива с объектом, для чего при работе с сильными объективами с помощью рукояток грубой фокусировки поднять столик почти до соприкосновения объектива с объектом, после чего, наблюдая в окуляр микроскопа и вращая рукоятки точной фокусировки, опустить столик до появления изображения объекта.

- Проверить центровку объектива, вращая предметный столик микроскопа. При необходимости отцентрировать объектив, как указано выше.

### **7. Наблюдение объекта в поляризатором и анализатором.**

Наблюдение объекта с поляризатором и анализатором могут проводиться как при скрещенном, так и при параллельном положении поляризационных устройств.

- Проверить настройку освещения в микроскопе.

- Включить в ход лучей анализатор с помощью рукоятки 12 (рис. 6) так, чтобы риска на его рукоятке совпала с риской на кольце 10 промежуточного тубуса.

- Установить вращением кольца 10, отжав предварительно винт 6, по шкале анализатора числовой отсчет «90» (скрещенное положение поляризационных устройств), или числовой отсчет «0», или числовой отсчет «180» (параллельное положение поляризационных устройств).

- Закрепить анализатор в установленном положении.

Исследование двупреломления объекта на основе наблюдения интерференционных окрасок, а также определение его сингонии на основе наблюдения характера погасания рекомендуется проводить при сильно затянутой апертурной диафрагме конденсора и при максимально возможной яркости освещения.

**Для определения оптических характеристик минерала при исследовании в поляризованном свете применяют кварцевую компенсационную пластинку 1-го порядка в оправе 3 (рис. 11), кварцевый клин в оправе 4 или слюдяную пластинку  $1/4 \lambda$  в оправе 2, которые устанавливаются в паз промежуточного тубуса.**

В нерабочем положении паз под компенсационные устройства следует закрывать кольцом 9 с рифлением (рис. 6), предохраняющим его от попадания пыли.

В паз промежуточного тубуса может быть также установлена слюдяная пластинка  $1/4 \lambda$  в оправе 1 (рис. 11), кристаллографические оси которой расположены под углом  $45^{\circ}$  к длинной стороне оправы, т.е. параллельно направлениям колебаний поляризованного света в приборе при скрещенных поляризационных устройствах.

Пластинка  $1/4 \lambda$ , рассчитанная для длины волны 551 нм, вместе с вращающимся анализатором, снабженным отсчетной шкалой, обеспечивает возможность измерения на приборе разности хода.

## **8. Наблюдение интерференционных фигур (коноскопический метод).**

Наблюдение интерференционных (коноскопических) фигур исследуемых объектов, образованных в задней фокальной плоскости объектива микроскопа, производится с помощью линзы Бертрана, которая проецирует эти фигуры с увеличением, равным 1, в фокальную плоскость окуляра. При наблюдении объектов в коноскопическом ходе лучей следует пользоваться сильными, высокоапертурными объектами, например, объектом 60 x 0,85. Оптическая система микроскопа позволяет наблюдать интерференционные фигуры объектов, размеры которых не менее 0,02 мм в поперечнике.

- Проверить установку поляризационных устройств микроскопа в скрещенное положение, как указано выше настоящего руководства.

- Вывести из хода лучей анализатор.

- Поместить на предметный столик микроскопа, исследуемый объект.

- Вывести из хода лучей осветительную линзу в оправе 7 (рис. 11), если она была включена.

- Включить в ход лучей объектив 60 x 0,85; в правый окулярный тубус установить окуляр с перекрестием, предварительно выставленный по глазу наблюдателя, в левый окулярный тубус – парный окуляр.

- Сфокусировать микроскоп на объект и, вращая предметный столик микроскопа, проверить центрировку объектива; при необходимости тщательно отцентрировать его, как указано в настоящем руководстве.

- Открыть полностью апертурную диафрагму конденсора.

- Ввести в ход лучей линзу Бертрана с помощью рукоятки 4 (рис. 6).

- Выключить линзу Бертрана и, наблюдая в окуляр, установить интересующий участок объекта в центр поля зрения окуляра, поместив коноскопированное зерно на перекрестие окуляра.

- Включить анализатор (при этом риски на рукоятке анализатора и на кольце промежуточного тубуса должны совпадать).

- Включить линзу Бертрана, сфокусировать ее на резкое изображение коноскопической фигуры, наблюдаемой в выходном зрачке объектива.

- Добиться вращением кольца регулирования светового диаметра ирисовой диафрагмы (рис. 8) визуальной насадки наиболее четкого изображения наблюдаемой коноскопической фигуры.

## **9. Линейные измерения.**

Для проведения линейных измерений интересующих участков объекта с измерительным окуляром необходимо определить цену деления шкалы (или сетки) окуляра в плоскости объекта отдельно для каждого объектива с помощью объект-микрометра проходящего света ОМП.

- Вставить окуляр со шкалой (или сеткой), предварительно выставленный

по глазу наблюдателя в окулярный тубус насадки.

- Поместить на столик микроскопа объект-микрометр и сфокусировать на него микроскоп.

- Развернуть объект-микрометр так, чтобы его штрихи расположились параллельно штрихам шкалы (или сетки) окуляра.

- Совместить один из штрихов объект-микрометра с началом шкалы (или сетки) окуляра.

- Определить, сколько делений объект-микрометра укладывается в шкале (или сетке) окуляра при объективах среднего и большого увеличения или сколько делений шкалы (или сетки) окуляра занимает вся шкала объект-микрометра при объективах малого увеличения.

Цену деления шкалы (или сетки) окуляра  $E$ , мм, вычислить по формуле

$$E = \frac{Z \cdot T}{A}, \quad (3)$$

где  $Z$  - число делений объект-микрометра;

$T$  - цена деления объект-микрометра, награвированная на его оправе, мм;

$A$  - число делений шкалы (или сетки) окуляра.

Для определения линейной величины объекта следует подсчитать число делений шкалы (или сетки) окуляра, накладывающихся на измеряемый участок объекта, и умножить это число на вычисленную по формуле (3) цену деления для данного объектива.

### Вопросы для самоконтроля

1. В чем особенность устройства поляризационного микроскопа?
2. Для каких целей служит поляризатор?
3. Для каких целей служит анализатор?
4. Что такое петрографический шлиф?
5. Что вы понимаете под термином николю 1?
6. Что вы понимаете под термином николю 2?
7. Для каких целей служат компенсаторы?
7. Какие виды компенсаторов вы знаете?
8. Какие типы объективов используются в микроскопе Полам Р-211М?
10. Какие типы объективов используются в микроскопе Полам РП-1?
11. Какие меры безопасности необходимо соблюдать при работе с микроскопами?
12. Какие основные пункты настройки микроскопа?
13. Какие особенности наблюдения в окуляре в положении николи II?
14. Какие особенности наблюдения в окуляре в положении николи +?
15. Что вы понимаете под центрировкой микроскопа?
16. Какие операции необходимо провести для центрировки микроскопа?

17. Для каких целей служат центрировочные винты?
18. Как оценить увеличение микроскопа?
19. Как оценить диаметр наблюдаемого поля на объекте?
20. Для каких целей служит линза Бертрана?
21. На каком принципе основан коноскопический метод?
22. Какими объективами необходимо пользоваться при коноскопическом методе исследования?
23. Какая последовательность выполнения операций при использовании коноскопического метода работы на микроскопе?
24. Как определить цену деления шкалы окуляра микроскопа?
25. Для каких целей служит объект-микрометр?
26. По какой формуле можно определить цену деления шкалы окуляра?
27. Для каких целей служит кварцевый клин в оправе?

## Литература

1. Ананьев В.П., Потапов А.Д. Основы геологии, минералогии и петрографии. Для высших учебных заведений. Высшая школа. 2008.
2. Белоусова О.Н., Михина В.В. Общий курс петрографии. Недра, Москва, 1972.
3. Даминова А.М. Породообразующие минералы. М. Высшая школа. 1974.
4. Егоров-Тисменко Ю.К. Кристаллография и кристаллохимия: Учебник для вузов (под ред. Урусова В.С.). КДУ. 2005.
5. Микроскоп поляризационный ПОЛАМ РП-1./Руководство по эксплуатации ОАО «Ломо» ИКШЮ.201133.001.
6. Микроскоп поляризационный агрегатный лабораторный ПОЛАМ Л-213/Паспорт Ю-33.24.419 ПС ОАО «Ломо».
7. Оникиенко С.К. Методика исследования породообразующих минералов в прозрачных шлифах. Москва, Недра, 1971.
8. Соболев Р.Н. Методы оптических исследований минералов. Справочник. М. Недра. 1990.
9. Трегер В.Е. Оптический определитель породообразующих минералов. Справочник. Перевод с нем. М. Недра. 1980.