

Лабораторная работа №1

УСТРОЙСТВО ПОЛЯРИЗАЦИОННОГО МИКРОСКОПА И ПРИВЕДЕНИЕ ЕГО В РАБОЧЕЕ ПОЛОЖЕНИЕ

1. Микроскопические препараты.

Изучение минералов и горных пород с помощью поляризационного микроскопа проводится в специально изготовленных препаратах, которые носят название *шлифов*.

Шлиф (прозрачный, петрографический) представляет собой тонкую, по возможности плоскопараллельную пластинку, приготовленную из минерала или горной породы. Толщина шлифа обычно колеблется между 0,02-0,03 мм, чаще всего около 0,025-0,027 мм.

Изготавливается шлиф следующим путем: от минерала или горной породы, подлежащей исследованию, отрезают или отбивают кусочек величиной 3 см и толщиной около 5 мм и обтачивают при помощи тонкого порошка карборунда на чугунном круге (или плите). Пришлифованной поверхностью кусочек наклеивается с помощью специального клея – канадского бальзама – на предметное стекло. Размер последнего около 30×50 мм. Подклеенный таким образом кусочек шлифуют и с другой стороны. Для этого препарат держат за предметное стекло, по возможности горизонтально, и стачивают при помощи карборундовых порошков различной крупности на шлифовальном круге и стеклах до толщины 0,02-0,03 мм.

В результате получается тончайшая плоскопараллельная пластинка, которая сверху заливается канадским бальзамом и накрывается покровным стеклом. Толщина покровного стекла около 0,1-0,2 мм, размеры обычно 20×20 мм. При исследовании под микроскопом шлиф кладется на предметный столик обязательно покровным стеклом вверх.

Иногда шлифы готовятся из рыхлых объектов, предварительно проваренных, для придания им прочности, в канадском бальзаме.

Оптические свойства минералов можно также изучать в **иммерсионном препарате**. Он представляет собой предметное стекло, на которое помещены мелкие осколки минерала в специальной иммерсионной жидкости, накрытые покровным стеклом. С помощью иммерсионного метода можно точно определить показатели преломления минерала.

2. Устройство поляризационного микроскопа.

Поляризационный микроскоп представляет собой сложный оптический прибор, имеющий несколько функций:

1. Микроскоп – увеличительный аппарат, позволяющий рассматривать очень мелкие объекты в увеличенном виде.
2. Микроскоп снабжен двумя призмами Николя, позволяющими вести исследование в поляризованном свете.
3. В микроскопе имеется приспособление, позволяющие вести исследование не только в параллельных лучах света, но и в сходящемся пучке лучей.
4. Микроскоп является точным измерительным прибором.

Все оптические детали микроскопа укреплены на штативе, состоящем из нижней части – основания (1) – и верхней – дуги (2). Эти две части штатива скреплены между собой зажимным винтом (3) и гайкой с рукояткой (4), которая находится справа (при работе микроскоп становится выпуклой частью дуги к себе) (рис.1).

В некоторых типах микроскопов МИН-2М и др. рукоятка зажимного винта отсутствует.

Благодаря такому устройству штатива, микроскопу можно придать любой необходимый наклон, что бывает необходимо при работе. Для придания микроскопу наклона необходимо сначала ослабить винт (поворотом рукоятки) (4) и, придав наклон, снова затянуть винт, закрепив таким образом штатив.

В нижнем выступе дуги крепится предметный или объектный столик микроскопа и осветительный аппарат.

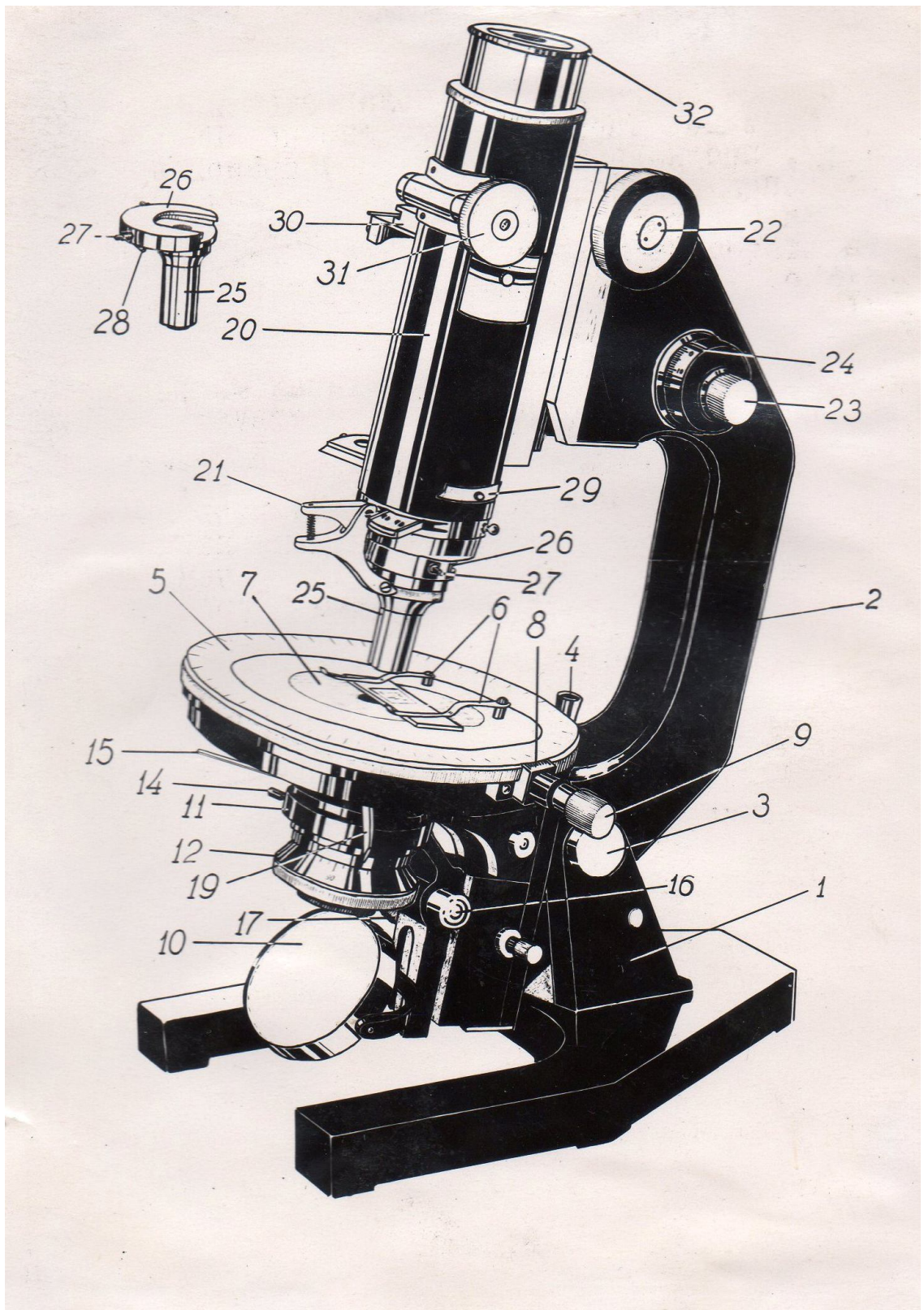


Рис.1.

Столик микроскопа (5) представляет собой металлический диск, по периферии которого нанесены деления в градусах, а в центре имеется отверстие для пропуска лучей, идущих снизу из осветительного аппарата. На верхней поверхности диска укрепляются держатели (зажимы препарата) (6), имеются также гнезда для укрепления на столике вспомогательных приборов. Большое центральное отверстие в столике закрывается дополнительным диском меньшего диаметра, также имеющим центральное отверстие (7). Дополнительный диск снимается только при монтажке на столике микроскопа некоторых вспомогательных приборов (интеграционный столик, столик Федорова).

Столик микроскопа может свободно вращаться вокруг оси, перпендикулярной к поверхности диска. Благодаря нониусам (8), укрепленным либо по обеим сторонам дуги, либо с одной стороны, и делениям на столике, могут быть легко определены углы поворота последнего. Точность нониуса – $0,1^\circ$. Вращение столика может быть приостановлено с помощью стопорного винта, находящегося слева, под нониусом (9). При обычном рабочем положении столик должен свободно вращаться, стопорится столик по мере надобности.

Под столиком микроскопа располагается осветительный аппарат с поляризатором. Осветительный аппарат состоит из зеркальца и конденсора, в корпусе которого смонтирован поляризатор.

Зеркальце (10) служит для направления лучей от источника света в конденсатор. Зеркальце – двустороннее, с одной стороны – плоское, с другой – вогнутое. При регулировке освещения рекомендуется пользоваться тем зеркальцем, которое дает большую интенсивность освещения поля зрения микроскопа. Оба зеркальца закреплены в металлическую оправу; при наводке освещения можно брать только за оправу. Для удобства наводки зеркальце укрепляется на подвижной ножке.

Корпус конденсатора (11) располагается непосредственно над зеркальцем. В нижней части корпуса его помещена призма Николя (поляризатор), предназначенная для преобразования естественного света в плоскополяризованный. Вместе с нижним кольцом (12) поляризатор, путем поворота рукоятки поляризатора (13), может быть повернут по отношению к корпусу конденсатора. Перед вращением поляризатора необходимо отпустить (отвернуть) стопорный винт поляризатора (14).

Примечание: в некоторых системах микроскопов рукоятка поляризатора отсутствует (МИН-4, МИН-5, Reichert), в других отсутствует и стопорный винт поляризатора (МИН-4, Reichert). В микроскопе МИН-2М роль поляризатора играет поляроид, укрепленный на поворачивающемся кронштейне, благодаря чему он может быть выведен из системы микроскопа. При нормальном рабочем положении поляроид должен быть введен в систему осветителя. Поляроид прочно закреплен в кронштейне и поворачиваться не должен.

Поворачивая поляризатор вокруг его оси, мы, таким образом, изменяем (поворачиваем) плоскость поляризации лучей, выходящих из него. При работе поляризатор должен быть закреплен в строго определенном положении (см. ниже).

Над поляризатором располагается ирисовая (по устройству) диафрагма. Поворотом рукоятки диафрагмы (15) регулируется ширина проходящего пучка лучей и его параллельность. У большинства микроскопов диафрагма закрывается поворотом рукоятки по часовой стрелке. Исключение представляет микроскопы системы МИН-2М и МИН-4.

В верхнее кольцо над диафрагмой вставляется коллекторная линза, которая собирает пучок лучей, идущих из поляризатора, на объекте. Коллекторную линзу можно видеть через центральное отверстие столика микроскопа.

Кронштейн (держатель) конденсатора сочленяется с нижним выступом дуги посредством подъемного механизма конденсатора (16), с помощью которого он может быть приподнят или опущен. Поднятие и опускание производится путем вращения рукоятки подъемного механизма (17). Рукоятка подъемного механизма находится обычно слева внизу, исключением является микроскоп МИН-5, где кремальберная рукоятка находится справа, под столиком микроскопа.

В системе МП и Reichert, отпустив в крайнее нижнее положение конденсатор и продолжая вращение рукоятки, можно вывести конденсатор вместе с поляризатором из оптической системы микроскопа. При установке конденсатора в исходное (нормальное, рабочее) положение нужно следить, чтобы направляющий стержень попал в отверстие в кронштейне конденсатора.

На одном кронштейне с конденсатором на фигурно изогнутом рычажке укреплен линза Лазо (18). Поворотом рукоятки (19), линза Лазо может быть

введена и выведена из системы конденсатора. Линза Лазо служит для получения сходящегося пучка лучей света и включается только при особых видах исследования и при работе с сильными объективами.

В системах микроскопов МП, МИН-4, МИН-5 и др. рукоятка включения линзы Лазо находится слева под столиком микроскопа. В микроскопе МИН-2М линзой Лазо служит коллекторная линза: приподняв конденсатор в крайнее верхнее положение, мы получим сходящийся пучок лучей света, что равносильно включению линзы Лазо в других системах микроскопов. При работе в параллельном свете микроскоп МИН-2М конденсатор должен быть слегка опущен, либо – что еще лучше – коллекторная линза должна быть снята.

В верхнем выступе дуги штатива подвижно укреплен тубус (20) (труба) микроскопа. Тубус представляется собой полый металлический цилиндр с двумя поперечными окнами в срединной части для помещения в них анализатора и линзы Бертрана. Снизу цилиндр заканчивается пружинными щипцами (21), удерживающими объектив, а в верхний срез тубуса свободно опускаются окуляры.

С помощью макровинтов (22) и микровинтов (23) тубус может быть приподнят или опущен, что бывает необходимо при наводке на резкость (фокусировке) микроскопа. Макровинты перемещают тубус на значительное расстояние и служат для грубой наводки. Микровинты перемещают тубус на незначительное расстояние – ими пользуются для точной наводки на резкость. Благодаря делениям, нанесенным на барабане (24) у рукоятки микровинта, есть возможность определить относительную величину перемещения тубуса. Точность определения – 0,002 мм. Точность микровинта указывается обычно либо в паспорте, либо непосредственно на барабане микровинта.

С помощью такого устройства микросистемы можно определить вертикальные размеры (толщину) объекта, препарата, наводя на резкость то на нижнюю их поверхность (границу), то на верхнюю, беря при этом отсчеты. Разница отсчетов укажет толщину объекта.

В нижней части трубы с помощью пружинных щипцов укрепляются объективы микроскопа (25). Объектив представляет собой первую группу увеличивающих линз, смонтированных в металлическом корпусе. На корпусе объектива обычно представляется кратность объектива, например: 8^x , 40^x .

К микроскопу обычно прилагается набор объективов, имеющих различную кратность увеличения. Рабочим объективом считается 8^x , другие, более сильные, объективы включаются по мере надобности.

Для удобства смены объективов и прочного закрепления их, корпус объектива навинчен на эксцентрическую шайку (26) с вырезом, двумя центрировочными (27) и одним (28) «скошенным» винтами. Для снятия объектива с микроскопа необходимо левой рукой сжать пружинные щипцы, другой рукой – взять за корпус объектива и повернуть его вокруг оси по часовой стрелке приблизительно на 90° , после чего свободно вывести объектив вправо.

При установке объектива необходимо: сжав щипцы, ввести объектив с таким расчетом, чтобы кольцевой выступ в нижней части тубуса вошел в вырез эксцентрической шайбы, затем повернуть объект на 90° против часовой стрелки и проследить, чтобы «скошенный» винтик на шайбе попал под щипцы. В таком положении объектив прочно укреплен. Если при установке объектива «скошенный» винтик не входит под щипцы, необходимо немного вывинтить центрировочные винты. Для вращения центрировочных винтов в наборе принадлежностей имеется 2 центрировочных ключа.

В микроскопах Reicher объективы не имеют эксцентрических шайб, корпус объектива непосредственно прижимается щипцами к кольцевому выступу тубуса.

Анализатор (29) по устройству представляет собой призму Николя (как и поляризатор) и служит для анализа плоскополяризованных лучей, прошедших через исследуемое вещество. Анализатор помещен в прямоугольную оправу – колодку с двумя отверстиями, путем перемещения которой (обычно справа налево), он может быть выведен из системы микроскопа (из тубуса).

Линза Бертрана (30) служит для наблюдения фигур интерференции в сходящемся свете (*коноскопия*). Она так же, как и анализатор, смонтирована в оправе – колодке с двумя отверстиями, в одном из которых и помещается сама линза. Путем перемещения колодки (обычно слева - направо), линза может быть выведена из тубуса. При нормальном рабочем положении линза Бертрана должна быть выключена.

В некоторых системах микроскопов имеется также диафрагма линзы Бертрана, укрепленная на той же колодке. В системе МИН-2М линза Бертрана отсутствует.

В новых системах линза Бертрана помещается в дополнительном внутреннем тубусе, который вставляется в основной тубус и может перемещаться относительно последнего. Поднятие и опускание линзы Бертрана вместе с дополнительным тубусом необходимо для фокусировки фигуры интерференции и производится путем вращения кремальерного винта линзы Бертрана (31).

Окуляр (32) является второй группой увеличительных линз, фокусирующих изображение объекта, увеличенное объективом, в глаз наблюдателя. Линзы смонтированы в металлической оправе, на верхней крышке которой проставляется кратность увеличения окуляра и шифр или условное обозначение окуляра, указывающее его назначение (Θ – окуляр с перекрестием, М – микрометрический окуляр). Внутри, в корпусе окуляра, имеется кольцо, на котором натянуты 2 тонкие нити под прямым углом. Развинчивать окуляр из-за опасности разрыва нитей категорически запрещается. При нормальном положении нити должны располагаться так: одна – в плоскости симметрии микроскопа (вертикально), другая – перпендикулярно ей (горизонтально). Для закрепления этого положения окуляра на цилиндрической поверхности его корпуса имеется небольшой винтик, а в верхнем срезе тубуса – две выемки. Погрузив винтик в одну из выемок тубуса, мы придадим нормальное положение окуляру. Другая выемка соответствует положению нитей окуляра под углом 45° к плоскости симметрии микроскопа.

При нормальном положении окуляра его нити должны фиксировать направления плоскостей колебаний лучей, выходящих из поляризатора и анализатора. Пересечение нитей указывает центр поля зрения и выход оптической оси.

При работе с микроскопом особенно важно следить за правильной фокусировкой нитей в окуляре, так как неправильная фокусировка нитей приводит к неправильной наводке на резкость всего микроскопа, в результате чего неправильно аккомодированный хрусталик глаза быстро устает. Для наводки на резкость нитей необходимо вращать верхнюю крышку окуляра, одновременно придавая ей продольное перемещение до ясной видимости нитей. Смотреть при этом в окуляр нужно не напрягая глаз.

3. Приведение микроскопа в рабочее положение и поверки микроскопа.

- Поставив микроскоп прямо перед собой, отпустить зажимной винт штатива и придать ему необходимый наклон (так, чтобы окуляр находился на уровне глаза наблюдателя). В этом положении закрепить штатив.
- Открыть диафрагму, выключить анализатор, выключить линзу Бертрана и вывести линзу Лазо.
- Вынуть окуляр и, глядя в тубус, направить с помощью зеркала лучи от источника света в тубус микроскопа. Вставить окуляр и, слегка направив зеркальце, добиться равномерного максимального освещения поля зрения.
- Сфокусировать окуляр на резкую видимость нитей. Для этого вынуть окуляр и, открыв оба глаза, поднести к одному из них окуляр. Поворачивая верхнюю крышку окуляра по отношению к корпусу, добиться резкой видимости нитей. Глаза при этом сфокусировать на отдаленные предметы. Сфокусировав, окуляр вставить в тубус.

Проверка скрещенности николей.

- Глядя в окуляр микроскопа, ввести анализатор. Если николи скрещены, поле зрения затемнится, если поле зрения окажется серым или совсем светлым, необходимо скрестить николи. Для этого следует, отпустив стопорный винт поляризатора, повернуть нижний николь (поляризатор) до максимального затемнения поля зрения. В этом положении поляризатор стопорится. После проверки скрещенности николей анализатор выключается.
- На столике микроскопа устанавливается микроскопический препарат (шлиф) и прижимается держателями (зажимами). Шлиф кладется на столик микроскопа покровным стеклом вверх.
- Производится наводка на резкость: а) глядя сбоку (не в окуляр), опустить микровинтами тубус так, чтобы объектив слегка коснулся покровного стеклышка шлифа (но не прижал его); б) глядя в окуляр, макровинтами медленно поднимать тубус до появления изображения (кристаллов, пылинок), после чего микровинтами уточнить наводку.

Правило наводки

необходимо строго соблюдать во избежание порчи шлифа и объектива. Это особенно важно при работе с сильными объективами, имеющими короткие фокусные расстояния. Эти объективы обычно имеют более длинные корпуса, чем «рабочие» (8-кратные) и свободно достают до шлифа.

- Наведя на резкость, сделать проверку центрировки микроскопа. Центрировка микроскопа заключается в совмещение оптической оси микроскопа с центром вращения столика. Микроскоп устроен так, что оптическая ось перпендикулярна плоскости столика и почти совпадает с осью его вращения. Положение оптической оси микроскопа зависит от положения окуляра и объектива (оптическая ось – линия, соединяющая центры линз объектива и окуляра). Окуляр в микроскопе закреплен более или менее постоянно и прочно, положение же объектива может быть нарушено, например, при его смене. Совместить оптическую ось с осью вращения столика мы можем, изменяя положение объектива. Перемещать объектив, изменяя его положение, можно путем ввинчивания и вывинчивания центрировочных винтов. При этом центрировочные винты упрутся в кольцевой выступ тубуса и перемещают объектив относительно последнего.

Проверка центрировки микроскопа производится следующим образом:

- а) находят в поле зрения пылинку или маленький кристаллик в шлифе, и, перемещая его руками, ставят пылинку (кристаллик) на пересечении нитей (в центр поля зрения – на оптическую ось микроскопа);
- б) поворачивают столик микроскопа. Если микроскоп центрирован, т.е. если оптическая ось тубуса совпадает с центром вращения столика, то пылинка, вращаясь, будет находиться на перекрестии. Если пылинка уходит с перекрестия при вращении столика, микроскоп нужно отцентрировать;
- в) пылинку («точку»), перемещая шлиф руками, снова устанавливают в центр поля зрения (на перекрестие).

Поворотом столика микроскопа «точку», описывающую окружность вокруг центра вращения столика, удаляют на расстояние диаметра этой окружности – для этого столик необходимо повернуть на 180° . В таком положении центр вращения столика будет находиться на середине расстояния от «точки» до перекрестия. Заметив середину отрезка

(расстояния) от «точки» до центра поля зрения, мы, путем вращения центрировочных винтов (поочередно – одного, затем другого), совмещаем оптическую ось (перекрестие) со серединой отрезка (с центром вращения). Для проверки результата центрировки «точку» снова ставят на перекрестие, перемещая шлиф руками. Если «точка» при вращении снова уходит с перекрестия, центрировку нужно повторить. Центрируют, таким образом, до тех пор, пока «точка» не будет уходить из перекрестия.

Иногда при вращении столика «точка» уходит за пределы поля зрения – в этом случае нужно приблизительно определить положение центра вращения и, вращая центрировочные винты, переместить в том направлении оптическую ось. Перемещать необходимо плавно, каждый раз ставя «точки» на перекрестие и проверяя, не выходят ли они за пределы поля зрения при вращении столика. Добившись такого положения, центрируют методом, описанным выше. После центрировки центрировочные ключи снимаются с винтов и микроскоп готов к работе.

Определение направления колебаний лучей, выходящих из поляризатора.

Для решения этой задачи чаще всего пользуются явлением изменения окраски в чешуйках биотита, который приобретает наиболее интенсивную (темно-коричневую или черную) окраску в тот момент, когда направление колебаний лучей, выходящих из поляризатора, совпадает с направлением спайности.

Нужно выбрать в шлифе чешуйку биотита с хорошо выраженной спайностью и, вращая столик микроскопа, следить за изменением окраски минерала. В тот момент, когда чешуйка биотита приобретает наиболее интенсивную окраску, направление спайности укажет направление колебаний лучей, выходящих из поляризатора.