

МИНИСТЕРСТВО МЕСТНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ РСФСР

ОПЫТНЫЙ ОПТИКО-МЕХАНИЧЕСКИЙ ЗАВОД  
Треста „РУССКИЕ САМОЦВЕТЫ“

---

КРАТКОЕ ОПИСАНИЕ  
УНИВЕРСАЛЬНОГО СТОЛИКА  
ФЕДОРОВА

ЛЕНИНГРАД

1952

## СО Д Е Р Ж А Н И Е

	Стр.
1. Назначение . . . . .	3
2. Описание устройства . . . . .	6
3. Проверка столика и установка его в основное положение . . . . .	9
4. Центрировка универсального столика на микроскопе . . . . .	11
5. Установка оси <i>JJ</i> столика в основное положение . . . . .	12
6. Определение места для нуля оси <i>JJ</i> столика . . . . .	13
7. Поправка в углах на разность между показателями преломления сегментов и исследуемого минерала . . . . .	14
8. Назначение сегментов и влияние на увеличение, даваемое объективами микроскопов . . . . .	22
9. Хранение и уход за столиком . . . . .	23
10. Принадлежности столика . . . . .	23

## I.

### НАЗНАЧЕНИЕ

Универсальный столик Федорова предназначен для операций определения универсально-оптическим методом породообразующих минералов с помощью поляризационного микроскопа.

Универсальный столик применяется для:

- а) Определения состава плагиоклазов по двойникам, как по классическому теодолитному методу Е. С. Федорова, так и по двойному теодолитному методу А. Н. Заварицкого;
- б) Определения состава плагиоклазов по углу погасания в сечении зоны  $\perp (010)$ ;
- в) Определения моноклинов, пироксенов и омфиболов;
- г) Определения калиенатриевых полевых шпатов.

Применение универсального столика Федорова дает возможность производить также следующие исследования и определения:

1. Установление анизотропности минерала в случае, если имеют дело с его изотропным сечением.
2. Определение осности минерала, т. е. отличие одноосного минерала от двуосного в любом сечении кристалла.
3. Определение положения осей симметрии оптической индикатриссы (и, следовательно, ее плоскостной симметрии) и оптических осей относительно плоскости препарата.
4. Определение оптического знака одноосного минерала в любом сечении.
5. Определение оптического знака и величины  $2\gamma$  в двуосных минералах либо путем непосредственного измерения (в сечениях, параллельных или почти параллельных средней оси оптической индикатриссы  $N_p$ ), либо по методу А. Н. Заварицкого в сечении, перпендикулярном или почти перпендикулярном  $N_p$ .

6. Установление главного сечения оптической индикатриссы для определения двупреломления минерала.

7. Определение положения граней, плоскости спайности и ребер относительно плоскости препарата.

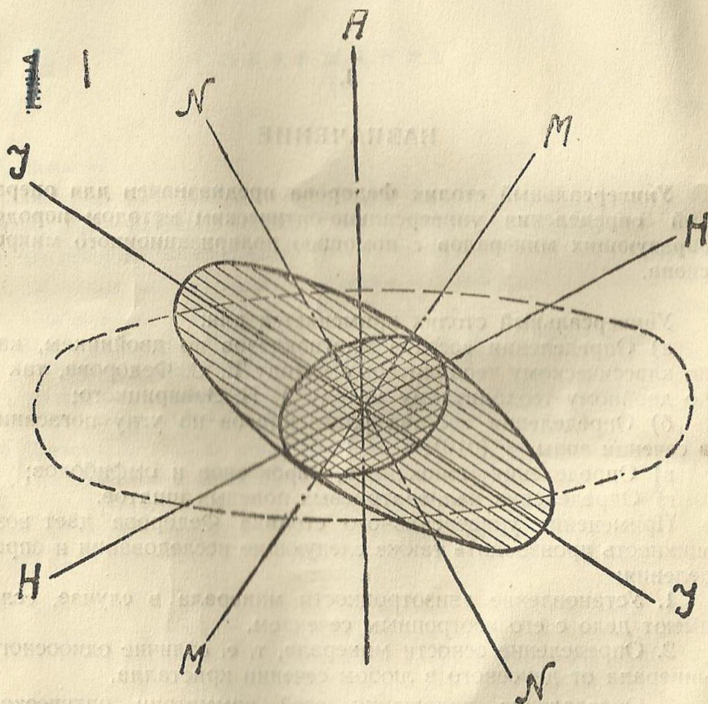


Рис. 1. Схема расположения осей на 4-осном столике Федорова

8. Определения положения двойниковой оси и плоскости срastания двойников относительно плоскости препарата.

9. Ориентировка оптической индикатриссы минерала, т. е. совмещение ее осей симметрии с осью микроскопа и направлением колебаний в николях.

10. Непосредственное определение положения кристаллографических направлений относительно осей симметрии индикатриссы по двойному теодолитному методу.

## 11. Исследование плеохроизма минералов.

Указанные определения могут быть произведены для любого минерала.

Столики Федорова выпускаются в двух моделях:

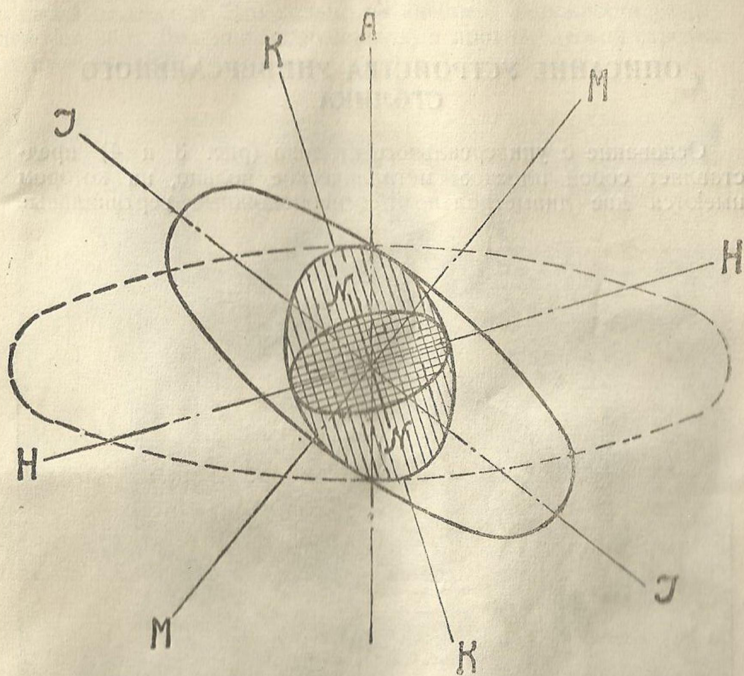


Рис. 2. Схема расположения осей на 5-осном столике Федорова

а) Четырехосные универсальные столики Федорова для работы классическим методом Федорова (рис. 1, 2) и

б) Пятиосные универсальные столики Федорова для работы по способу двойного теодолита методом Федорова—Заварицкого.

Пятиосный столик может быть использован и как четырехосный простым стопорением оси КК стопорным винтом к (рисунки 2, 4).

## ОПИСАНИЕ УСТРОЙСТВА УНИВЕРСАЛЬНОГО СТОЛИКА

Основание *a* универсального столика (рис. 3 и 4) представляет собой плоское металлическое кольцо, на котором имеются две диаметрально противоположные вертикальные

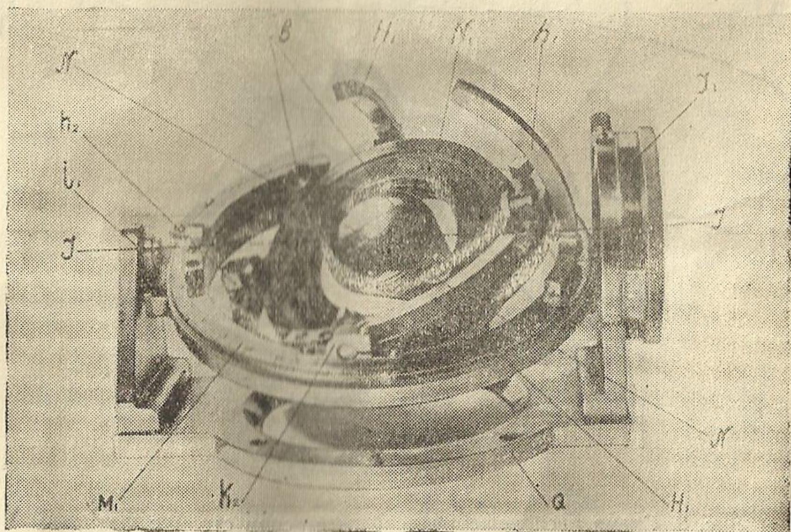


Рис. 3. 5-осный столик Федорова (вид спереди)

стойки с цапфами  $i$ . В цапфы вставляется ось  $JJ$ , несущая кольцо  $J_2$ , на котором у одного конца оси расположен нониус  $j$  и лимб  $J$ , с ценой деления  $1^\circ$ , с накаткой для вращения кольца вокруг этой оси и стопорный винт  $i$  для зажима оси.

Эту ось вращения автор столика Е. С. Федоров назвал неподвижной осью  $JJ$ .

Деления на лимбе оси  $JJ$  нанесены через один градус до  $90^\circ$  со счетом по часовой стрелке и против часовой стрелки, если смотреть на лимб со стороны рукоятки.

В кольцо  $M_2$  вращающееся вместе с осью  $JJ$ , вставляется другое кольцо  $M_1$ , которое может в нем свободно вращаться в своей плоскости. Это кольцо по внешней окружности разделено на  $360^\circ$ . Деления надписаны по и против часовой стрелки от нуля до  $180^\circ$ .

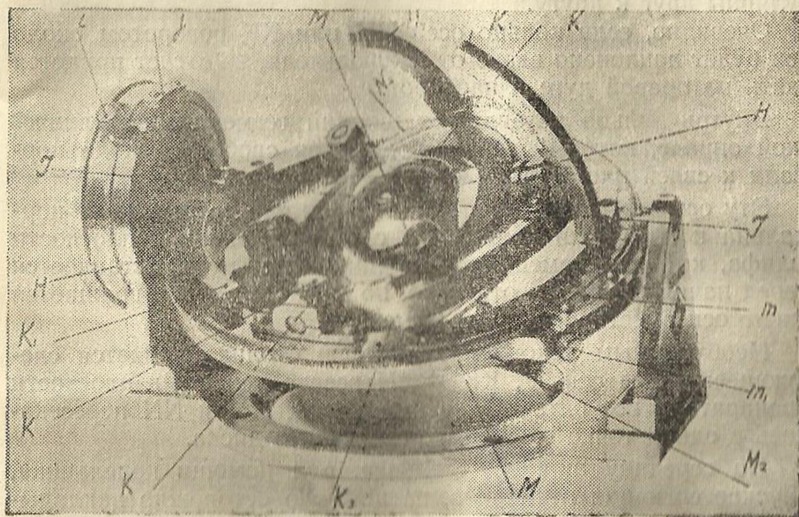


Рис. 4. 5-осный столик Федорова (вид сзади)

На кольце  $M_1$  установлены две цапфы  $K_2$ , на одной из которых имеется зажим  $k$ . На том же кольце  $M$  привинчиваются на шарнирах две дуги  $k_1$ , которые во время работы по мере надобности приподнимаются и тогда они лежат в плоскости перпендикулярной к плоскости кольца  $M_1$ .

На дугах  $k_1$  с одной стороны нанесены деления через один градус от  $0$  до  $60^\circ$ .

Ось вращения кольца  $M_1$  (подвижная ось) должна быть перпендикулярна к оси  $JJ$ . Для того, чтобы кольцо  $M$  не могло вращаться произвольно, имеется зажим  $T_1$ . В имеющиеся на этом кольце цапфы  $k_2$  вставляется ось  $KK$ , несущая на себе на своем кольце  $k_3$  две цапфы  $h_2$ , расположенные перпендику-

лярно оси КК и несущие на себе ось НН, названную вспомогательной осью и кольцо  $N_1$ , на внутренней окружности которого нанесены через один градус деления, надписанные по часовой стрелке от 0 до  $360^\circ$ . Кольцо  $N_2$  вращается на оси НН и может быть установлено в любом положении.

Угол наклона кольца  $k_3$  отсчитывается по дугам  $k_1$ , а угол наклона кольца  $N_1$  по дугам  $N_1$ , прикрепленным шарнирно к кольцу  $k_3$ , которые для отсчета приподнимаются на время работы. При этом плоскости осей КК и НН всегда перпендикулярны друг к другу.

Очевидно, если кольцо осей НН или КК поворотом около оси будет наклонено влево от наблюдателя, то отсчет придется взять по правой дуге и наоборот.

Внутрь кольца вставляется нижний сегмент в металлической оправе, который может вращаться свободно около нормали к своей плоскости.

Эту ось называют осью НН, так как она всегда будет нормальна к плоскости кольца  $N_1$ , следовательно и к плоскости шлифа, который помещается на нижний сегмент, вставляется перед началом работы отдельно, но так, что оправка вращается около оси вместе с нижним сегментом.

Необходимым условием юстировки столика является следующее: чтобы оси  $JJ$ , КК и НН всегда лежали в плоскости препарата и все пять осей  $JJ$ , ММ, КК, НН и НН пересекались в одной точке — центре стеклянного диска.

На середину нижнего сегмента, при помощи капельника, опускается капля глицерина, на которую осторожно накладывается шлиф, покровным стеклом вверх. Это делается таким образом: шлиф ставят на ребро, чтобы оно касалось края капли, и осторожно опускают его в сторону капли. При таком наклеивании шлифа легче всего избежать появления пузырьков воздуха в глицерине, которые будут мешать работе. Если при наклеивке шлифа оказались пузырьки, то, добавив глицерина, следует наклеить шлиф снова.

Положив шлиф и убедившись в отсутствии пузырьков в слое глицерина, опускают каплю глицерина на нижнюю часть верхнего сегмента, осторожно накладывают его на шлиф и привинчивают сегмент при помощи имеющихся прижимных винтов  $b$  к металлической оправе нижнего сегмента.

При помощи указанных винтов верхней сферы производится вращение препарата около осей  $JJ$  и ММ. Прикрепив верхнюю сферу и освободив винт  $l$ , поворачиваем препарат около оси



$JJ$  на  $180^\circ$ , опускаем каплю глицерина на нижнюю сторону стеклянного диска и приклеиваем нижнюю сферу.

Таким образом шлиф, при помощи универсального столика, имеет вращение вокруг 5 осей:

1) вокруг оси  $NN$  — всегда нормальной к плоскости шлифа и перпендикулярной к оси  $NN$ ,

2) вокруг оси  $NN$  — всегда лежащей в плоскости шлифа и перпендикулярной к осям  $KK$  и  $JJ$ ,

3) вокруг оси  $KK$ , лежащей в плоскости шлифа и перпендикулярной к оси  $NN$ ,

4) вокруг оси  $MM$ , всегда перпендикулярной к осям  $JJ$  и  $NN$ ,

5) вокруг оси  $JJ$ , всегда перпендикулярной к оси  $MM$  (оптической оси микроскопа).

Кроме того весь столик может вращаться около оси предметного столика микроскопа, совпадающей с оптической осью микроскопа при центрированном столике.

Все эти оси вращения должны проходить и пересекаться в одной точке, находящейся в плоскости препарата.

### 3.

## ПРОВЕРКА СТОЛИКА И УСТАНОВКА ЕГО В ОСНОВНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Прежде, чем приступить к работе на универсальном столике, необходимо его проверить и установить в основное положение, для этого сначала необходимо:

а) Проверить микроскоп, на столике которого привинчивается универсальный столик (рис. 5), для чего:

1) Проверяются объективы на двуупределение;

2) Проверяются объективы на центрировку;

3) Проверяется положение николей в скрещенном и параллельном состоянии;

4) Проверяется юстировка окулярного креста;

5) Определяется направление колебаний, пропускаемых поляризатором;

б) Проверить самый столик и его установку.

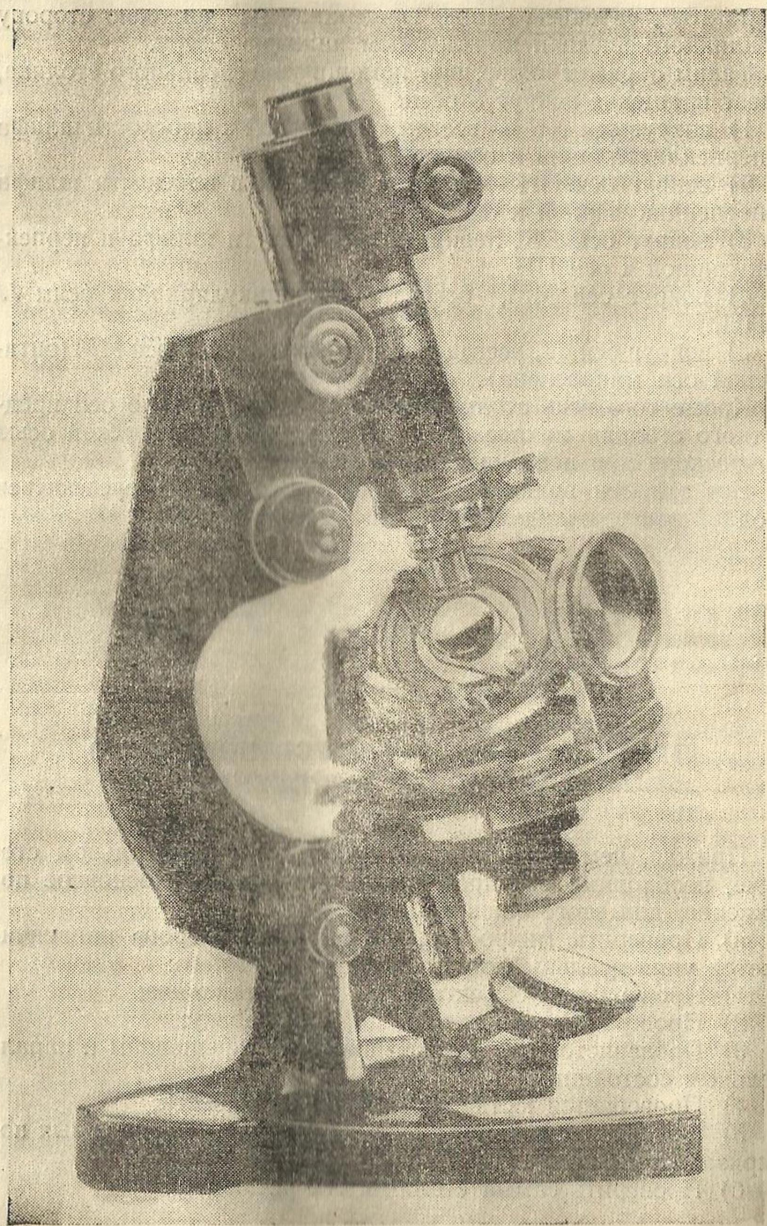


Рис. 5. 5-осный столик Федорова, установленный на микроскопе  
(инструмент)

Универсальный столик помещается на столик проверенного микроскопа и привинчивается к нему винтами. Положение универсального столика будем называть основным, когда:

1) Оси NN и MM — совпадают с оптической осью микроскопа (т. е. столик и объектив центрированы); когда плоскости стеклянного диска и колец  $M_1$  и  $N_1$  перпендикулярны к оптической оси микроскопа, а индексы металлических оправ совмещены с нулями лимбов.

2) Оси JJ и KK столика перпендикулярны к плоскости симметрии микроскопа и, следовательно, параллельны или перпендикулярны к плоскости колебания лучей в поляризаторе, в зависимости от расположения последнего.

#### 4.

### ЦЕНТРИРОВКА УНИВЕРСАЛЬНОГО СТОЛИКА НА МИКРОСКОПЕ

Прикрепив центрировочное устройство и универсальный столик к столику микроскопа и наклеив шлиф на нижний сегмент, совмещаем плоскость нижнего сегмента с плоскостью кольца  $M_1$ , при помощи поворота оправы за штурвальчики, помещенные внизу оправы, а нуль лимба оси  $M$  — с нулем ноуниуса, и закрепляем зажимы  $k$ ,  $h$  и  $l$ . Перемещением зеркала, вращением его и движением конденсора осветителя, добиваемся максимального и равномерного освещения поля зрения при объективе, наведенном на фокус (анализатор должен быть выключен). Передвижением шлифа помещаем какуюнибудь маленькую, но ясную точку в пересечение нитей. Закрепив винт крепления к столику при любом положении оси JJ, вращаем препарат около оси NN и замечаем при этом, остается точка на месте или сходит с пересечения нитей. Если она описывает окружность, то столик не центрирован (индекс на центрировочном устройстве и на столике Федорова должен быть совмещен).

Для центрировки поворачиваем шлиф около оси столика до положения наибольшего удаления намеченной точки от центра нитей. Освобождаем немного винты, прикрепляющие

столик к предметному столику микроскопа, и винты, соединяющие центрировочное устройство, перемещаем точку к центру нитей на половину расстояния и завинчиваем винты. Снова вращаем препарат около оси NN столика и замечаем: если намеченная точка движется по окружности, центром которой является пересечение нитей, то столик центрирован, если нет, то добиваемся этого новым перемещением столика по столику микроскопа. После этого зажимаем винты центрировочного устройства и крепим винтами столик Федорова к микроскопу. Отцентрированный таким способом столик Федорова не нуждается в подобной центрировке в дальнейшем, так как центрировочное устройство, будучи раз отцентрированным для данного микроскопа и столика Федорова, центрирует столик автоматически. После центрировки столика Федорова устройство снимается и работа производится, как указано в описании.

## 5.

### УСТАНОВКА ОСИ СТОЛИКА В ОСНОВНОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

Вынимаем объектив из тубуса микроскопа, освобождаем винт  $i$  и вращаем столик около оси  $JJ$  до тех пор, пока плоскость кольца  $M_1$  примет положение, приблизительно параллельное оптической оси микроскопа. Включаем линзу для копирования (объектив снят) и, действуя кремальерой, наводим на фокус так, чтобы ребро кольца  $M_1$  было ясно видно в поле зрения микроскопа.

Освобождаем винт  $i$  и вращением около оси  $JJ$  приводим ребро к пересечению нитей. Зажав винт  $i$ , освобождаем винт крепления к микроскопу и вращением столика микроскопа около оси микроскопа добиваемся, чтобы ребро было параллельно или совпадало с горизонтальной нитью окуляра. При этом для удобства работы устанавливаем ось  $JJ$  так, чтобы лимб оси был справа от наблюдателя. В этом положении закрепляется винт. Ось  $JJ$  приведена в основное положение. Необходимо запомнить отсчет по нониусу столика микроско-

па при основном положении оси  $JJ$  и устанавливать столик микроскопа в будущем в этот отсчет, когда требуется ось  $JJ$  привести в основное положение. Освободив винт  $i$ , совмещаем нуль лимба оси  $JJ$  с нулем нониуса и закрепляем винт. Освобождаем зажим  $h$  и поворачиваем диск вокруг оси  $NN$  до вертикального положения. Закрепляем стопор  $h$ . Фокусируем на ребро диска  $N_1$ . Освобождаем винт  $m_1$ , вращаем кольцо  $M_1$  и смотрим в микроскоп, добиваясь, чтобы ребро диска  $h$  было параллельно вертикальной нити креста, или, наклоняя еще около оси  $NN$ , совмещаем ребро диска  $N_1$  с вертикальной нитью креста. Установив ось  $NN$  в перпендикулярное к оси  $JJ$  положение, нужно убедиться, в ту ли сторону мы повернули кольцо  $M_1$ . Положение оси  $NN$  будет правильно в том случае, когда дуги для отсчетов углов наклона оси обращены делениями к наблюдателю для большего удобства отсчетов. При таком положении кольца  $M_1$  нуль диска  $h$  обращен к наблюдателю. Закрепив в этом положении винт  $m_1$ , берем отсчет по нониусу на лимбе кольца  $M$ . Его следует записать. Он будет нужен каждый раз, когда потребуется вновь привести ось  $NN$  к основному положению, если она будет выведена из него при решении некоторых задач.

## 6.

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕСТА ДЛЯ НУЛЯ ОСИ СТОЛИКА

Место для нуля оси  $JJ$  федоровского столика обычно всегда установлено на заводе, однако после перевозок или использования столика неопытными работниками необходимо проверить место нуля оси  $JJ$  столика, для чего:

освобождаем винт  $t$ , поворачиваем столик около оси  $JJ$  в какуюнибудь сторону до положения, чтобы центр оси  $NN$  совместился с точкою пересечения креста нитей, и берем отсчет. Пусть отсчет будет  $\alpha$ . Поворачиваем столик около оси  $JJ$  в другую сторону до совмещения центра другого конца оси  $NN$  с пересечением нитей и берем отсчет по лимбу оси  $JJ$ . Пусть этот отсчет будет  $\beta$ . Место нуля будет

$$M_0 = \frac{\alpha + \beta}{2} + 180^\circ.$$

Если при этом окажется, что нуль лимба оси не совпадает с нулем нониуса на  $0,5^\circ$  и больше, то в отсчеты, взятые по лимбу, необходимо вводить соответствующую поправку.

Пример: Пусть  $\alpha = 92^\circ$ ,  $\beta = 272^\circ$ ,

$$\text{место нуля будет } M_0 = \frac{92^\circ + 272^\circ}{2} + 180^\circ = 362^\circ.$$

$362^\circ - 360^\circ = 2^\circ$ , т. е. место нуля на лимбе оси *JJ* будет второе деление лимба.

Следовательно необходимо, освободив винты крепления нониуса *j*, переместить на  $2^\circ$  или же записать несовпадение для корректировки измерений.

## 7.

### ПОПРАВКА В УГЛАХ НА РАЗНОСТЬ МЕЖДУ ПОКАЗАТЕЛЯМИ ПРЕЛОМЛЕНИЯ СЕГМЕНТОВ И ИССЛЕДУЕМОГО МИНЕРАЛА

Как уже говорилось выше, необходимую и существенную часть федоровского столика составляют два стеклянные шаровые сегмента, включенные в металлическую оправу. На верхнюю поверхность нижнего сегмента помещается капля глицерина, кладется препарат покровным стеклом вверх. На шлиф помещается еще капля глицерина и затем накладывается второй (верхний) стеклянный шаровой сегмент и привинчивается при помощи имеющихся в его металлической оправе пружинных винтов *b*, к металлическому кольцу *N*<sub>1</sub>.

Сегменты устроены таким образом, чтобы, сложенные вместе с заключенным между ними шлифом и тремя прослойками глицерина, они составляли правильную сферу в экваториальной плоскости, в которой должна находиться пластинка шлифа. Так как нижний сегмент, прилегаемый к столику, имеет рассчитанную вполне определенную толщину, то для соблюдения вышеуказанного условия толщина шлифа вместе с предметным и покровным стеклами должна быть вполне определенной и, как мы увидим ниже, не должна превышать 1—1,2 мм. Толщина предметного стекла обычно значительно больше покровного стекла, поэтому для соблюдения условия,

чтобы пластинка шлифа была расположена в экваториальной плоскости сферы, будет безразлично, как положить шлиф,— покровным стеклом вверх или вниз, что, конечно, предусматривается при изготовлении сегментов.

При работе с федоровским столиком шлиф необходимо помещать на нижний сегмент покровным стеклом вверх. Стекла сегментов, диск столика и шлифа обладают приблизительно одинаковым показателем преломления (в пределах  $n_D = 1,516—1,648$ ), и приблизительно такие же показатели преломления у глицерина и канадского бальзама, в слое которого заключена пластинка шлифа. Если при этом в центре сегмента находится зерно минерала с показателем преломления около 1,5 и выполнены условия толщины препарата, то полученная таким образом система будет представлять собою достаточно однородную сферу.

Лучи, проходящие через подобную систему, при любом положении препарата практически не будут испытывать отклонения от первоначального направления, так как луч при любом повороте системы падает нормально (или почти нормально) к шаровой поверхности разграничения двух сфер. Получение такой системы имеет очень важное значение, так как от нее зависит точность и быстрота работы. Поэтому изготавливаются наборы сегментов с различными показателями преломления, близкими к показателям преломления главнейших пороодообразующих минералов.

Если бы сегментов не было, то лучи, входящие в шлиф, не преломлялись бы только тогда, когда они были бы нормальны к плоскости шлифа. При наклонении препарата около любой оси столика наблюдалось бы явление светопреломления лучей и углы, замеренные на столике, соответствующие углам между какими то двумя направлениями в кристалле, были бы больше (видимые углы) и не соответствовали бы истинным углам в кристалле. Все это искажало бы результаты. При одном нижнем сегменте при некотором предельном угле падения лучей на границу между шлифом и воздухом лучи могли бы совершенно не выйти из шлифа в воздух, претерпев явление полного внутреннего отражения. Легко убедиться, что если мы будем наклонять шлиф без верхнего сегмента или при наклейке шлифа и сегментов попадет воздух, уже при очень незначительных наклонах поле зрения будет темнеть, в то время как при хорошо наклеенных сегментах можно производить наблюдения при углах наклона до  $50^\circ$ .

Из всего сказанного и прилагаемых ниже рисунков будут понятны роль и назначение сегментов в федоровском столике.

На рис. 6 показан ход лучей через пластинку, в случае наклона ее на столике без сегмента;  $\alpha$  — видимый угол между лучем и нормалью к пластинке, соответствующей истинному углу между ними в кристалле. Искажение будет равно  $(\alpha - \beta)$ .

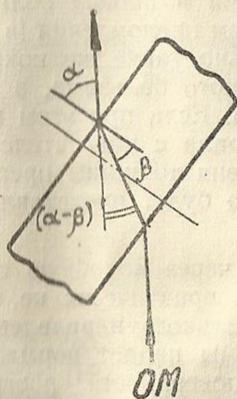


Рис. 6. Ход лучей через пластинку в случае наклона ее на столике без сегментов;  $\alpha$ —видимый угол между лучем и нормалью к пластинке, соответствующий истинному углу  $\beta$  между ними в кристалле.

Искажение в угле =  $(\alpha - \beta)$

На рис. 7 показан ход лучей через пластинку, заключенную между сегментами, с показателями преломления, равными показателю преломления минерала, при правильной сферической системе.

Как указывалось, шаровые сегменты, сложенные вместе со стеклянным диском столика и шлифом, только тогда дают правильную сферу, когда толщина шлифа вместе с покровным предметным столиком, с пластинкою шлифа и прослойки канадского бальзама будет вполне определенной величиной около 1—1,2 мм.

В практике часто шлифы имеют суммарную толщину 1,5 и даже 2 мм. Рассмотрим в простейшем случае ход лучей через однородную систему, в случае применения толстого предметного стекла, вследствие чего правильность сферы будет нарушена.



На рис. 8 показан ход лучей в такой системе. Пусть шлиф взят толще чем полагается на величину  $\epsilon$ ; тогда центр верхней полусферы сместится от центра нижней полусферы на величину  $\epsilon$ . Луч, вступающий в препарат под углом  $\varphi$  к нормали пластинки, при выходе из верхнего сегмента в воздух уклонится от своего первоначального направления на угол  $(i-r)$ , который легко вычислить по следующим уравнениям:

$$n_D = \frac{\sin i}{\sin r}$$

где  $n_D$  — показатель преломления сегментов.

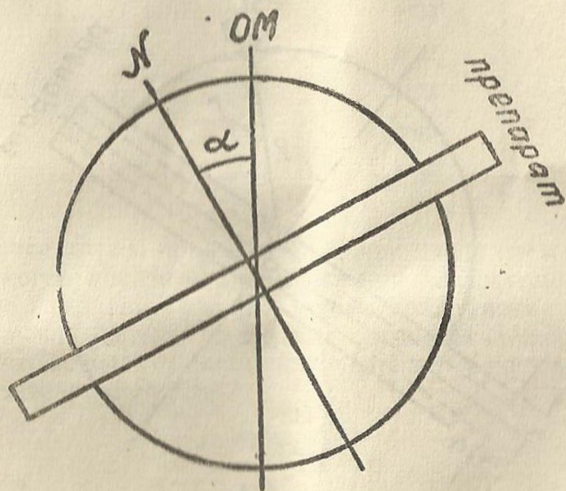


Рис. 7. Ход лучей через пластинку, заключенную между сегментами с показателем преломления равным показателю преломления минерала при правильной сферической системе

Отсюда имеем:

$$\sin i = n_D \cdot \sin r$$

Из треугольника OOB имеем

$$\frac{R}{\sin \varphi} = \frac{\epsilon}{\sin r}$$

Откуда

$$\sin r = \frac{\epsilon}{R} \cdot \sin \varphi$$

где  $R$  — сферический радиус сегментов.

Ниже в табличке приведены величины  $(i-r)$ , вычисленные для  $\epsilon = 0,5$  мм и  $\epsilon = 1$  мм при различных  $R$  — в зависимости от угла наклона препарата  $\varphi$ .

Из таблицы видно, что уклонения лучей от первоначального направления  $(i-r)$  (ошибка в углах) тем меньше, чем больше сферический радиус сегментов  $R$  и чем меньше  $\epsilon$  т. е. чем меньше толщина препарата вместе со стеклами отличается от нормальной.

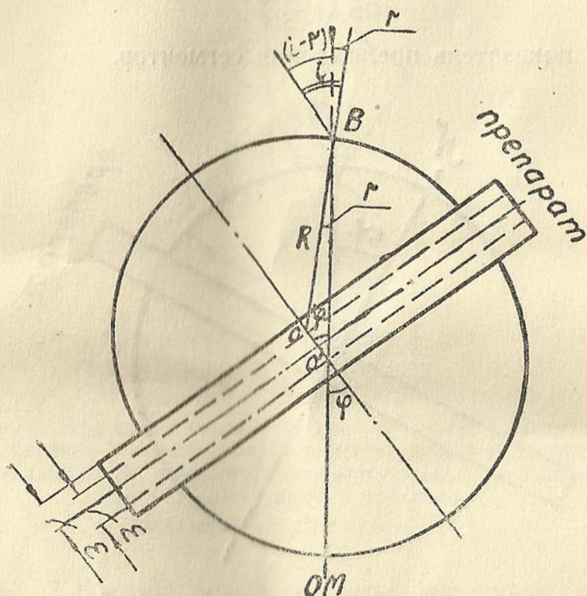


Рис. 8. Ход лучей в системе с увеличенной суммарной толщиной шлифа

Таким образом, необходимо при исследовании, чтобы толщина шлифа вместе со стеклами не превышала 1,5 мм. Обычно толщина покровных стекол бывает от 0,1 до 0,20 мм, толщина пластинки шлифа — от 0,025 до 0,03 мм и, если принять толщину слоя канадского бальзама с каждой стороны пластинки минерала 0,1 мм, то на предметное стекло приходится:

$x = 1,5 - (10,17 + 0,03 + 0,2) = 1,5 - 0,4 = 1,10$  мм, т. е. толщина предметного стекла должна быть приблизительно от 1 до 1,2 мм.

Сферический радиус сегментов	$\varphi$	$\varepsilon = 0,5$ мм	$\varepsilon = 1$ мм
$R = 5$ мм	$30^\circ$	$1^\circ 35'$	$3^\circ 10'$
	$45^\circ$	$2^\circ 14'$	$4^\circ 31'$
	$60^\circ$	$2^\circ 45'$	$5^\circ 35'$
$R = 10$ мм	$30^\circ$	$0^\circ 47'$	$1^\circ 35'$
	$45^\circ$	$1^\circ 07'$	$2^\circ 14'$
	$60^\circ$	$1^\circ 22'$	$2^\circ 45'$
$R = 13,5$ мм	$30^\circ$	$0^\circ 29'$	$0^\circ 49'$
	$45^\circ$	$0^\circ 48'$	$1^\circ 54'$
	$60^\circ$	$1^\circ 04'$	$2^\circ 07'$

Теперь рассмотрим правильную сферическую систему неоднородную, когда показатель преломления исследуемого минерала сильно отличается от показателя преломления стеклянных сферических сегментов. В этом случае отклонение в лучах от своего первоначального направления определится из формулы светопреломления:

$$\frac{n_D}{n_M} = \frac{\sin \alpha_M}{\sin \alpha_D}$$

откуда имеем:

$$\sin \alpha_M = \frac{n_D}{n_M} \sin \alpha_D$$

где  $\alpha_D$  — угол в стекле сегментов,

$n_D$  — показатель преломления сегментов,

$\alpha_M$  — угол в минерале,

$n_M$  — показатель преломления минерала.

Из формулы следует: если показатель преломления сегментов  $n_D$  будет меньше показателя преломления минерала  $n_M$  то угол в сегментах, который мы обычно и получаем из разности отсчетов на столике (так называемый видимый угол в минерале), будет больше действительного угла  $\alpha_M$  (так называемого истинного угла в минерале), и когда:

$$n_M < n_D \text{ то } \alpha_M > \alpha_D$$

т. е. наоборот.

Таким образом, при показателе преломления сегментов, сильно отличающемся от показателя преломления минерала, в измеренные углы при вращении препарата около осей столбика  $JJ$ ,  $KK$  и  $NN$  следует вводить соответствующие поправки, т. е. должно вычислять угол  $\alpha_n$  по измеренному  $\alpha_D$ , зная показатель преломления сегментов и минерала  $n_m$  по вышеприведенной формуле.

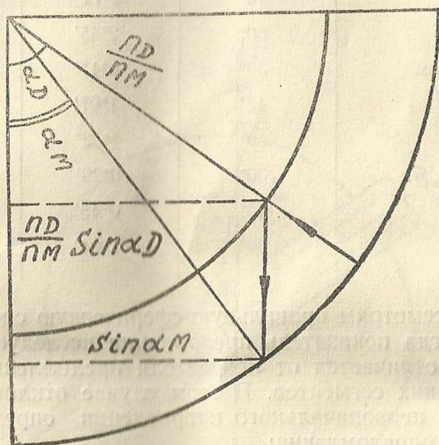


Рис. 9. Способ построения круговой диаграммы  
Е. С. Федорова, приведенной в рис. 10

Угол по данным  $\alpha_D$ ,  $n_D$  и  $n_m$  легко находится графически, при помощи круговой диаграммы Федорова, представленной на рис. 10. Способ ее построения и пользование ею уясняются из прилагаемого рисунка 9, на котором внешняя окружность проведена радиусом, принятым равным 1, а concentрическая внутренняя окружность — радиусом, равным  $\frac{n_D}{n_m}$ .

На круговой диаграмме Федорова (см. табл. 1) (рис. 9 и 10) вместо одной внутренней окружности нанесен целый ряд их, причем для удобства радиусы их обозначены не через  $\frac{n_D}{n_m}$ , но через обратную величину  $\frac{n_m}{n_D}$ ; пользование этой диаграммой уясняется из следующего примера:

Пусть  $\alpha = 60^\circ$  угол, полученный при наклонении препарата около оси  $JJ$  или  $HH$  столика и  $n_M : n_D = 1,75 : 1,52 = 1,15$ . От  $60^\circ$  внешней окружности передвигаемся по радиусу до окружности радиуса 1,15 и отсюда поворачиваем направо по горизонтали опять до внешней окружности, где читаем  $\alpha_M = 49^\circ$ . Когда  $n_M < n_D$ , то применяется обратный прием.

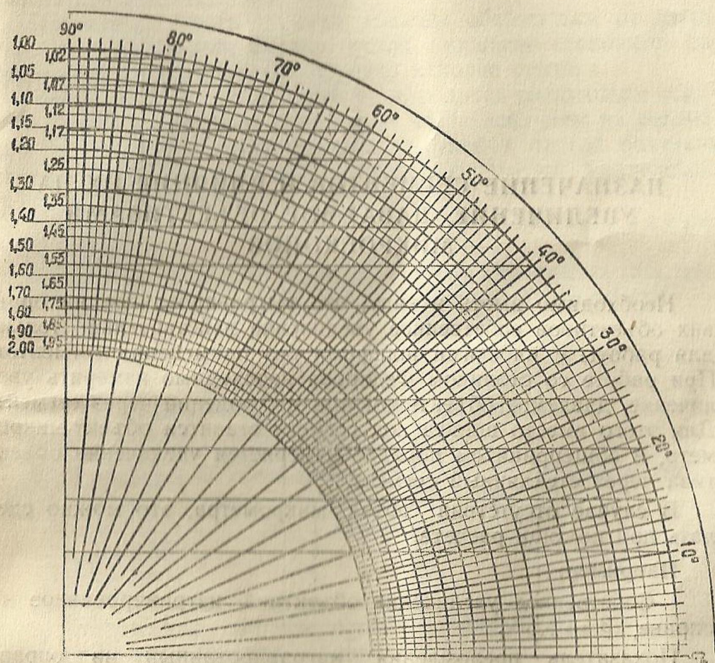


Рис. 10. Круговая диаграмма Е. С. Федорова

От угла  $n_D$  внешней окружности по горизонтали перемещаемся влево до окружности радиуса  $\frac{n_D}{n_M}$  и отсюда по радиусу вновь до внешней окружности, где и читаем отсчет.

Деления  $n_M : n_D$  можно не производить. В том же мере можно поступить так: от  $60^\circ$  внешней окружности пере-

двигаемся по радиусу до окружности  $p_m = 1,75$ , отсюда по горизонтали доходим вправо до окружности  $p_D = 1,52$  и затем снова по радиусу выходим на внешнюю окружность, где получаем искомый угол  $49^\circ$ .

## 8.

### НАЗНАЧЕНИЕ СЕГМЕНТОВ И ВЛИЯНИЕ ИХ НА УВЕЛИЧЕНИЕ, ДАВАЕМОЕ ОБЪЕКТИВАМИ МИКРОСКОПОВ

Необходимо иметь в виду, что выгравированное на оправках объективов собственное увеличение действительно только для работы с плоскими шлифами без применения сегментов. При работе со столиком Федорова необходимо измерить увеличение, даваемое объективом при наблюдении через сегмент. Для этого вместо шлифа под сегмент ставится объект-микрометр, в общепринятом порядке измеряется увеличение объекта через стеклянный сегмент.

В случае отсутствия объект-микрометра, это можно сделать при помощи расчета.

#### Например:

Собственное увеличение объектива, награвированное на оправе,  $\beta = 5,5\times$ .

Показатель преломления, награвированный на оправе верхнего сегмента,  $p_D = 1,64$ . Множим собственное увеличение объектива  $\beta = 5,5\times$  на показатель преломления сегмента  $p_D = 1,64$  и получаем действительное увеличение объектива при работе с сегментом  $= \beta$ .

Таким образом:

$$\beta = 5,5 \cdot 1,64 = 9,02\times.$$

## ХРАНЕНИЕ И УХОД ЗА СТОЛИКОМ

Столик в нерабочее время хранится в закрытом футляре. Оптические детали должны содержаться в абсолютной чистоте.

Объективы должны находиться в своих гнездах и футляр всегда должен быть закрыт.

Подвижные части столика должны оберегаться от пыли, так как пыль делает смазку густой, движение становится затрудненным, что приводит нередко к порче столика.

Чистка оптических деталей производится следующим образом: вначале обдувают оптические части воздухом из резиновой груши, затем пыль смахивают сухой и чистой беличьей кисточкой и окончательно протирают чистой фланелевой, льняной или батистовой салфеточкой.

Разборка столика и объективов не разрешается.

Футляр со столиком хранится в сухом помещении при температуре от  $-4^{\circ}$  до  $+20^{\circ}$  и при нормальной влажности.

## ПРИНАДЛЕЖНОСТИ СТОЛИКА

К каждому столику прилагаются:

1) 3 комплекта стеклянных сферических сегментов (верхний и нижний) с показателями преломления

$n_D = 1,51$  . . . . . 1 компл.

$n_D = 1,55$  . . . . . 1 »

$n_D = 1,64$  . . . . . 1 »

выгравированными на их оправках.

2) Оптическая характеристика прилагаемых объективов приводится в следующей таблице:

ТАБЛИЦА 1

Гравировка на корпусе объектива	Собственное увеличение	Фактическое увеличение с сегментом	Числовая апертура	Свободное (рабочее) расстояние
$3,7 \times 0,11$	$3,7 \times$	$3,7 \times$	0,11	27 мм
$5,5 \times 0,16$	$5,5 \times$	$5,5 \times$	0,16	16 мм