

# Методика эколого-геологических исследований Авдонцева Е.Ю.

## Иммерсионный метод Часть 3

Кафедра кристаллографии СПбГУ




## ИММЕРСИОННЫЙ МЕТОД

- При работе иммерсионным методом вещество в виде порошка помещается на предметное стекло в капле иммерсионной жидкости с известным показателем преломления (immersion-погружение). В таком препарате определяются все те свойства кристаллов, которые определяются в шлифе, и измеряются показатели преломления.



## Иммерсионные среды и препараты

- Для определения показателей преломления иммерсионным методом служит иммерсионный набор, состоящий из разного количества флакончиков, содержащих жидкости с различными показателями преломления от 1,4 до 1,8. Для составления иммерсионных наборов берут несколько исходных жидкостей и смешивают их.



# Иммерсионные среды и препараты

- Иммерсионные жидкости должны отвечать следующим требованиям:
- 1. Не вступать в реакцию с исследуемым веществом
- 2. Должны быть достаточно химически устойчивы и не изменять показатель преломления при хранении
- 3. Не должны быть интенсивно окрашенными
- 4. Все жидкости набора должны взаимно смешиваться
- 5. Жидкости, из которых приготавливаются смеси, должны обладать близкими скоростями испарения
- 6. Жидкости не должны быть сильно летучими
- 7. В работе неудобны вязкие. Густые жидкости



## Иммерсионные среды и препараты

- Стандартный иммерсионный набор состоит из 98 жидкостей с показателями преломления от 1,408 до 1,780. Они получают путем смешивания попарно в разных пропорциях нескольких исходных жидкостей. В качестве исходных берутся:
  - 1. легкие погоны нефти и фракция керосина, кипящая при 220-240° ( $n$  от 1,408 до 1,440-1,460)
  - 2.  $\alpha$ -моноклорнафталин  $C_{10}H_7Cl$  ( $n$  – 1,633)
  - 3. йодистый метилен  $CH_2I_2$  ( $n$  – 1,74)
  - 4. насыщенный раствор серы в йодистом метиле ( $n$  - 1,78)



## Иммерсионные среды и препараты

- В иммерсионном наборе показатели преломления жидкостей даются для света с длиной волны 589 нм (свет раскаленных паров натрия; спектральная линия D) и обозначена температура, при которой жидкости имеют указанные показатели преломления (обычно 20°C)



## Иммерсионные среды и препараты

- Показатели преломления жидкостей заметно изменяются с температурой, понижаясь при повышении температуры и наоборот.
- Величина, показывающая насколько уменьшается показатель преломления при повышении температуры на  $1^{\circ}$ , называется температурным коэффициентом. Для большинства жидкостей он колеблется от 0,0004 (для низкопреломляющих) до 0,0007 (для высокопреломляющих).



## Иммерсионные среды и препараты

- Если комнатная температура заметно отличается от  $20^{\circ}\text{C}$ , то в показатели преломления жидкостей вводятся поправки. Для всех жидкостей иммерсионного набора можно принимать температурный коэффициент 0,0005, т.е. на каждые  $2^{\circ}$  изменения температуры вводить поправку 0,001.





## Об устойчивости иммерсионных жидкостей

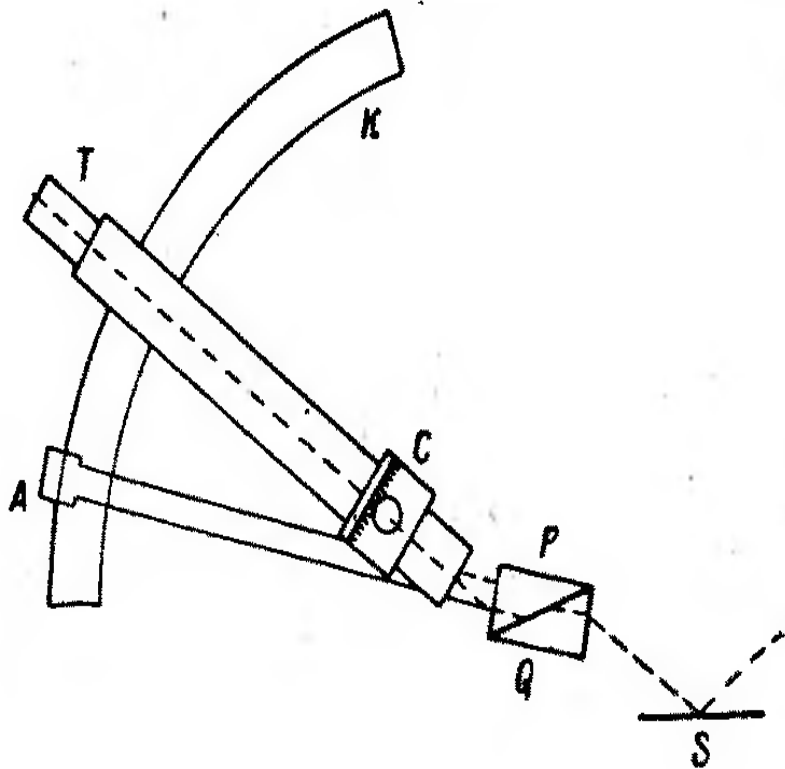
- В жидкости, имеющие в своем составе йодистый метилен, помещают стружки металла для поглощения йода, чтобы предотвратить потемнение.
- Смеси 1 и 2 годами почти не меняют показателей преломления.
- Смеси с показателями ниже 1,45-1,46 имеют тенденцию к повышению показателей при хранении
- Наиболее неустойчивы жидкости интервала 1,64-1,73 (2 +3) вследствие высокой летучести йодистого метилена
- Жидкости 4 (раствор серы в йодистом метилене) довольно постоянны. Однако при сильном переохлаждении (ниже 5-10°C) жидкость выделяет часть серы.



## Определение показателей преломления жидкостей

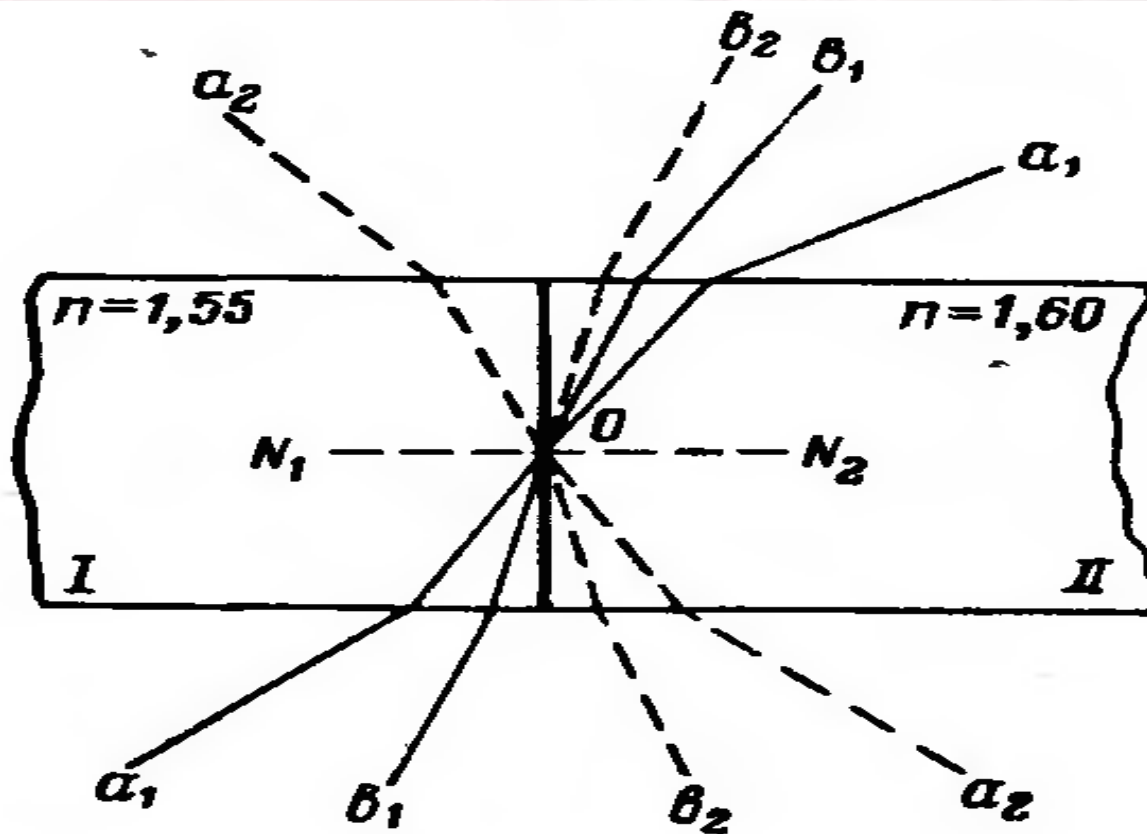
- Точность определения показателей преломления иммерсионным методом составляет примерно 0,001, поэтому в иммерсионном наборе показатели преломления жидкостей обозначаются с тремя знаками после запятой.
- Приборы для измерения показателей преломления жидкостей – рефрактометры – основаны на наблюдении полного внутреннего отражения света на границе двух сред.

## Определение показателей преломления жидкостей

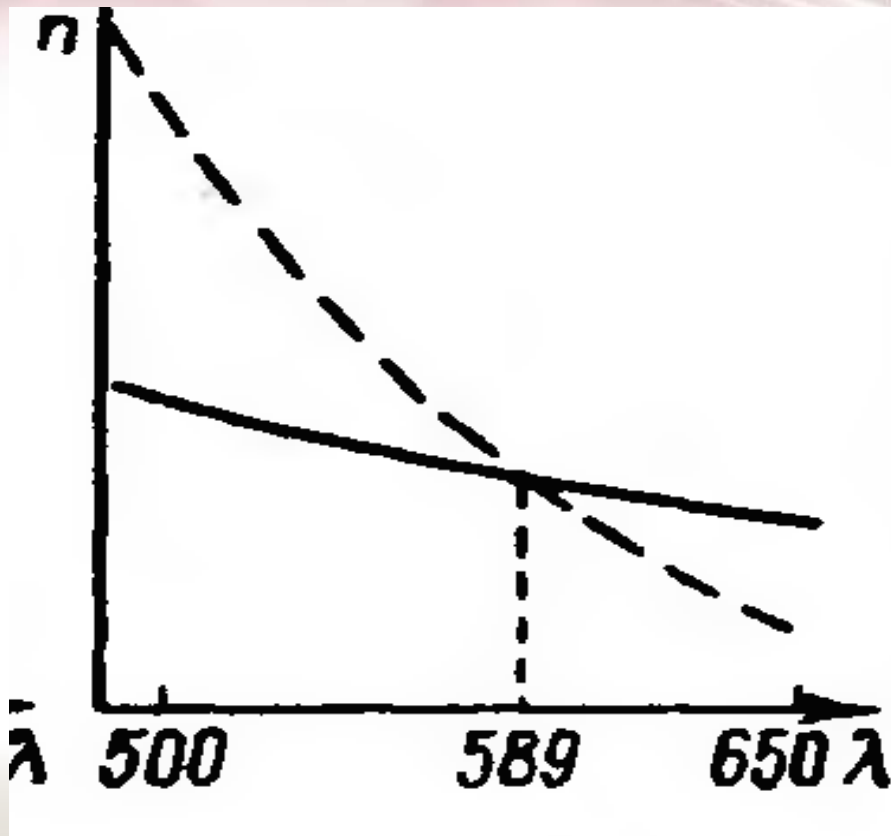


- Главной частью является прямоугольная призма из высокопреломляющего стекла, состоящая из двух треугольных призм Р и Q. Нижняя призма Q откидывается на шарнире. При измерении призму раскрывают и наносят на нее 2-3 капли жидкости и закрывают. Свет на призму направляется снизу с помощью зеркала S. С помощью маховичка алидады А поворачивают призму до тех пор, пока в поле зрения не окажется граница между тенью и темнотой. Для удаления радужной окраски (прибор освещается белым светом) вращают барабан С. Границу между темной и светлой частями совмещают с крестом нитей в окуляре зрительной трубы Т и берут отсчет по шкале, нанесенной на секторе К – это непосредственно показатель преломления  $n$ . Цена деления шкалы 0,001, на глаз можно увеличить точность отсчета.

## Полоска Бекке



## Цветные полосы



- Показатели преломления данной среды для длинных волн меньше, чем для коротких. Дисперсия у жидких органических соединений больше, чем у большинства твердых тел, поэтому кривая для иммерсионной жидкости более крутая, чем для твердого тела.
- Пусть достигнуто равенство показателей преломления для средней части спектра (желтых и зеленых). Тогда для коротких  $\lambda$  (фиолетовых и синих)  $n$  зерна будет меньше, чем  $n$  жидкости. А для длинных  $\lambda$  (красных)  $n$  зерна будет больше, чем жидкости. Пучки красных и синих лучей после выхода из препарата будут лежать по разные стороны границы между зерном и жидкостью. При подъеме тубуса на зерно пойдет красно-оранжевая полоска, а на жидкость фиолетово-синяя.



## Цветные полосы

- Цветные полосы появляются уже при относительной близости показателей преломления кристалла и жидкости (0,010-0,015). При этом необходимо заметить, какая из полосок более подвижна и о показателе преломления судить по ней. При равенстве показателей преломления кристалла и жидкости обе полоски движутся с одинаковой скоростью. Погрешность определения показателей преломления составляет 0,002.

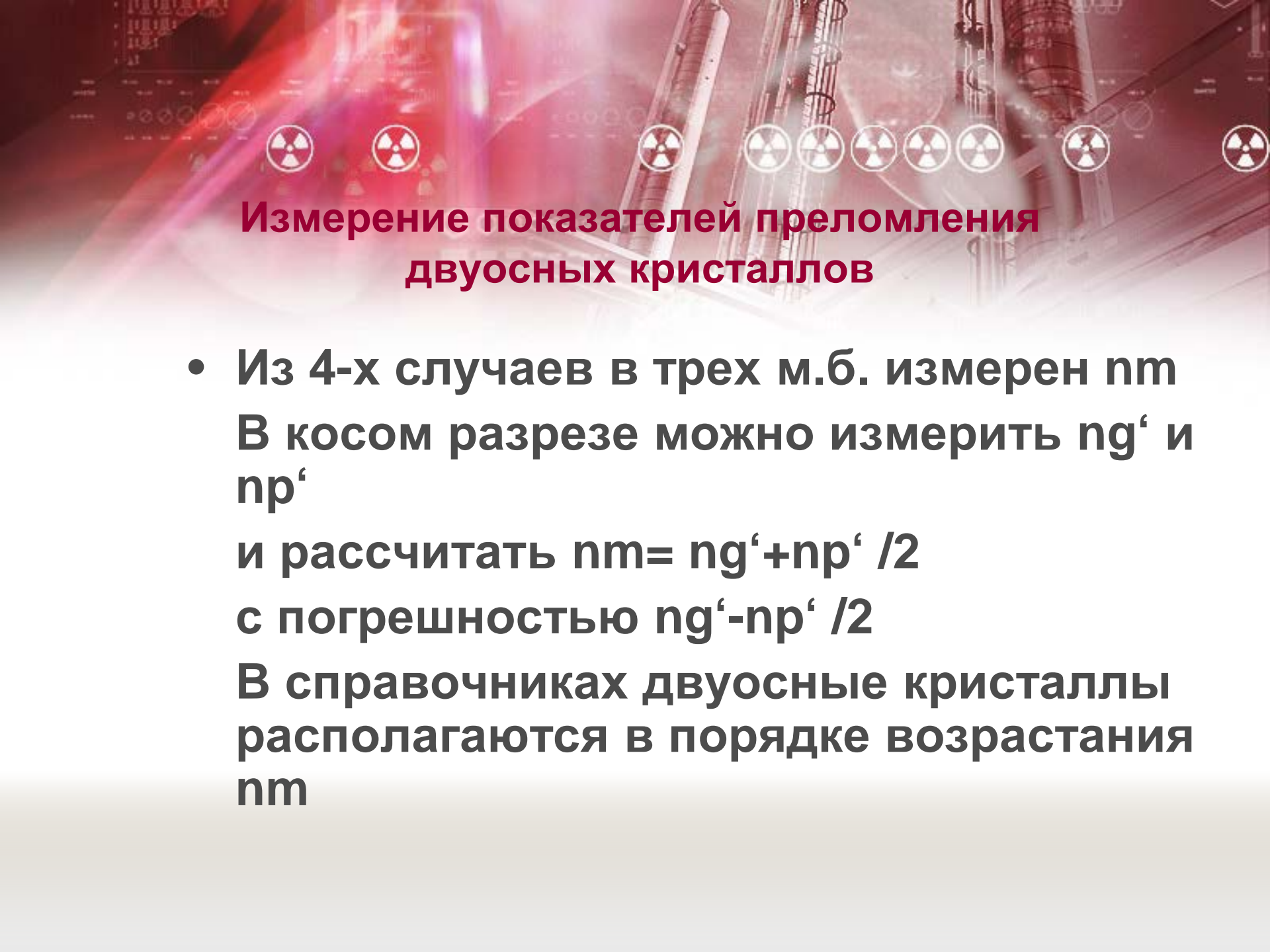
# Измерение показателей преломления одноосных кристаллов

Разрезы	Знак кристалла			
	+		-	
	<i>o</i>	<i>e</i>	<i>o</i>	<i>e</i>
Перпендикулярные к оптической оси	$n_p$	—	$n_g$	—
Косые	$n_p$	$n_g$	$n_g$	$n_p$
Параллельные оптической оси	$n_p$	$n_g$	$n_g$	$n_p$

## Измерение показателей преломления двуосных кристаллов

Разрезы	Знак кристалла					
	+			-		
	Т. Б.	$n_m$	О. Б.	Т. Б.	$n_m$	О. Б.
Перпендикулярные к оптической оси	—	$n_m$	—	—	$n_m$	—
Перпендикулярные к острой биссектрисе	$n_p$	$n_m$	—	$n_g$	$n_m$	—
Перпендикулярные к тупой биссектрисе	—	$n_m$	$n_g$	—	$n_m$	$n_p$
Перпендикулярные к $n_m$	$n_p$	—	$n_g$	$n_g$	—	$n_p$





## Измерение показателей преломления двуосных кристаллов

- Из 4-х случаев в трех м.б. измерен  $n_m$   
В косом разрезе можно измерить  $n_g'$  и  $n_r'$   
и рассчитать  $n_m = (n_g' + n_r') / 2$   
с погрешностью  $(n_g' - n_r') / 2$   
В справочниках двуосные кристаллы  
располагаются в порядке возрастания  
 $n_m$



## Сопоставление показателей преломления с оптическим знаком и углом $2V$

- Ось  $n_m$  по своей величине меньше отличается от Т.Б., чем от О.Б., т.е в положительных кристаллах  $n_m$  ближе по величине к  $n_r$ , а в отрицательных к  $n_g$
- Эта близость резко проявляется при небольших и средних углах  $2V$
- Если  $2V$  приближается к  $90^\circ$ ,  $n_m$  отличается от  $n_g$  и  $n_r$  примерно на одну величину.
- Таким образом из соотношения величин показателей преломления сразу видны оптический знак и приблизительная величина угла  $2V$

## Сопоставление показателей преломления с оптическим знаком и углом 2V

Минералы	2V	$n_g$	$n_m$	$n_p$	$n_g - n_m$	$n_m - n_p$
<b>Положительные</b>						
Гипс	58°	1,530	1,523	1,521	0,007	0,002
Целестин	51	1,631	1,624	1,622	0,007	0,002
Ангидрит	42	1,614	1,575	1,570	0,039	0,005
<b>Отрицательные</b>						
Мусковит	47°	1,588	1,582	1,552	0,006	0,030
Арагонит	18	1,685	1,681	1,530	0,004	0,151
Манганофиллит	14	1,636	1,636	1,622	0,000	0,014
<b>Почти нейтральные</b>						
Эритрин	+89° ±	1,699	1,662	1,626	0,037	0,036
Микроклин	-83 ±	1,525	1,522	1,518	0,003	0,004
Ставролит	+88 ±	1,746	1,741	1,736	0,005	0,005