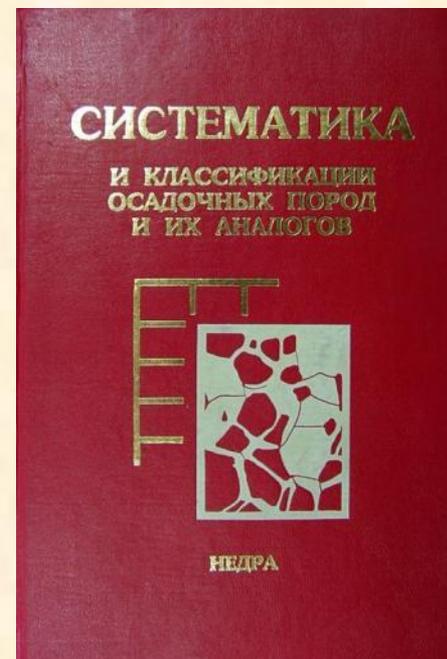
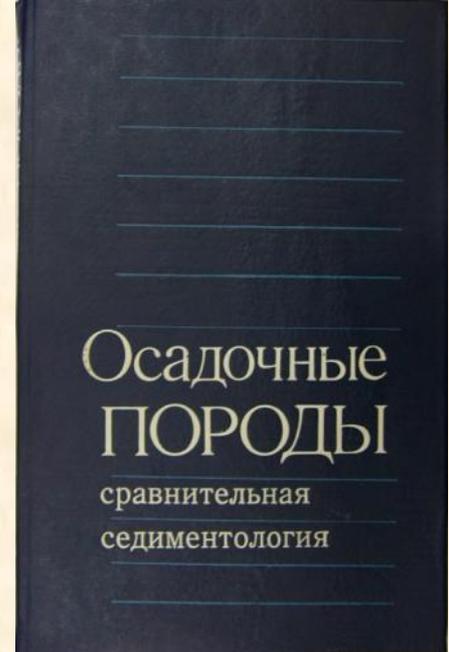
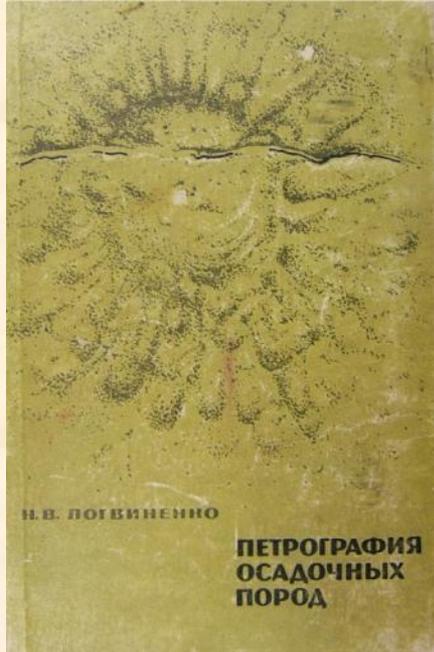
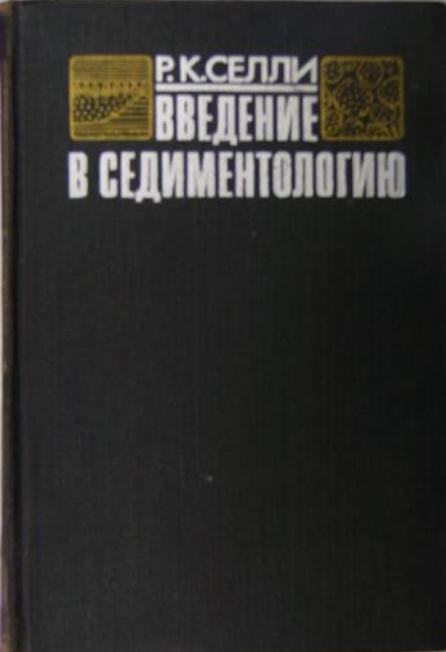


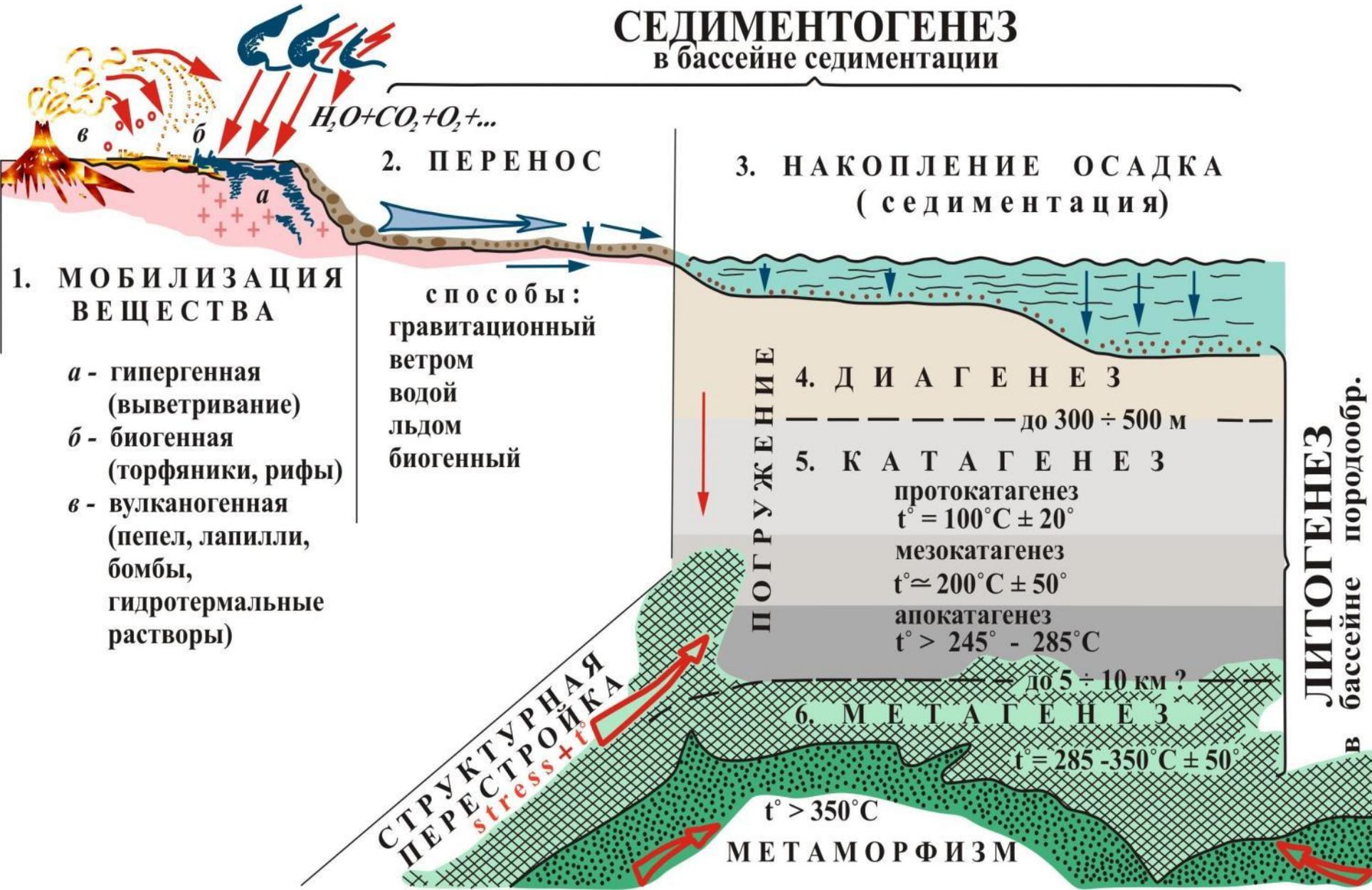
Седиментология



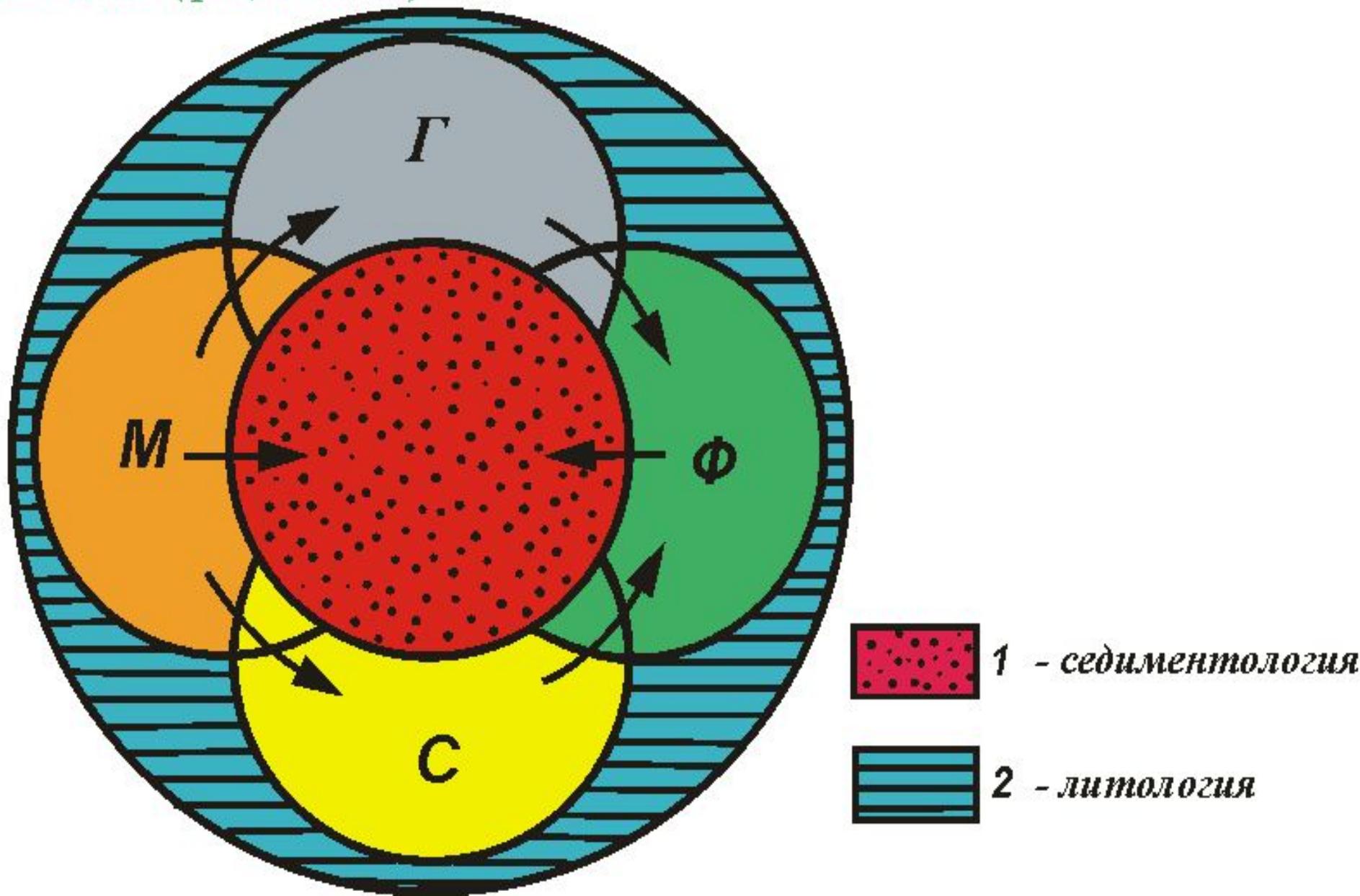
ОТНОСИТЕЛЬНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ОСАДОЧНЫХ (ЭКЗОГЕННЫХ) ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ В МИРОВЫХ ЗАПАСАХ

Группа	Полезные ископаемые	Участие осадочных (экзогенных), %
Энергетические ресурсы	Нефть и горючие газы	100
	Уголь	100
	Горючие сланцы	100
	Торф	100
	Атомное сырье (урановые руды)	90
Сырье черной металлургии	Железные руды	90
	Марганцевые руды	100
	Хромовые руды	25
Сырье цветной металлургии	Медные руды	72
	Свинцово-цинковые руды	До 50 – спорного происхождения
	Никелевые руды	76
	Оловянные руды	50
	Бокситы (алюминиевые руды)	100
	Магниевые руды	100
	Титановые руды	80
	Руды «малых» и редких металлов	75–80
Химическое сырье	Фосфаты	80
	Калийные соли, каменная соль	100
	Мел, гипс	100
	Самородная сера	90
	Йод-бромное сырье	100
	Борное сырье	более 85
Цементное сырье	Известняки, мергели	100
	Глины	100
	Песок, гравий	100

СЕДИМЕНТОГЕНЕЗ в бассейне седиментации



Соотношение подходов и этапов в литологических исследованиях (показаны стрелками) : *М* - метрический, *Г* - графический, *С* - структурный, *Ф* - генетический (фациальный)



Sedimentary petrology (лат. sedimentum – осадок) – петрология осадочных пород как раздел геологии, изучающий происхождение, условия образования и эволюцию осадочных пород.

Sedimentology (седиментология) – наука об осадочных породах и процессах, в результате которых они образовались; описание, классификация, генезис и общая характеристика осадков. В последнее время все чаще подменяет общее название "литология" (англ. lithology), что обсуждалось в американской литературе еще в 1939 г. и не было рекомендовано. «Если в СССР седиментология чаще всего рассматривается в качестве составного элемента литологии, то в США и особенно в Канаде она является составной частью стратиграфии. ... даже в зарубежной литературе далеко не всегда седиментология рассматривается в качестве науки об осадочных породах.»

Метрический подход: это лабораторные исследования (например, гранулометрический, спектральный, рентгеноструктурный и др. виды анализов), а также новые и более точные виды анализов.

Графический подход основывается на наблюдениях и описаниях, соответствует петрографии, охватывая как микро-, так и макроскопические наблюдения.

Структурный подход реализуется в виде обобщений, чаще всего изображаемых в графическом виде (колонки, разрезы, модели).

Фациальный подход (генетический) реализуется, благодаря комплексу исследований пород и их ассоциаций.

Вещественный состав:

- **элементный**
- **химический**
- **минеральный**
- **компонентный**

Элементный состав ОГП

Элементы	Количество элементов по массе (Ф. Кларк)	Количество элементов по атомной массе (А. Ферсман)
O2	49,95	58,50
Si	27,55	18,20
Al	6,93	4,79
Fe (общ)	3,30	1,31
Ca	3,82	1,82
K	2,33	1,12
C	2,10	3,13
Mg	1,52	1,16
Na	0,82	0,69
H2	0,48	9,00

Выводы:

- Принимают участие все элементы периодической системы Д.И. Менделеева
- Преобладают и составляют 98% всего 8 элементов

O₂-46,5; Si-25,7%; Al-7,65; Fe-6,24; Ca-5,8;
Mg-3,23;

Na-1,81; K-1,34

- Много H₂ и достаточно много C,P,S,Mn,Ti,F,Cl

Сравнение химических усредненных

составов

магматических и осадочных пород (по М.С. Швецову,

Магматические породы, %			Осадочные породы, %	
Компоненты	1958)		в	г
	а	б		
SiO ₂	61,69	59,140	58,53	62,20
Al ₂ O ₃	15,47	15,340	13,07	14,38
Fe ₂ O ₃	2,71	3,080	3,37	3,73
FeO	3,54	3,800	2,00	2,24
MgO	3,87	3,490	2,51	2,85
CaO	4,98	5,080	5,44	6,33
Na ₂ O	3,48	3,840	1,10	1,22
K ₂ O	3,14	3,130	2,81	3,05
TiO ₂	0,82	1,050	0,57	0,62
P ₂ O ₅	0,30	0,299	0,15	0,15
ZrO ₂	-	0,039	-	-
Cl	-	0,048	Следы	-
F	-	0,030	-	-
S	-	0,052	0,54	0,58
Cr ₂ O ₃	-	0,055	-	-
V ₂ O ₃	-	0,026	-	-
MnO	-	0,124	Следы	-
NiO	-	0,025	-	-
BaO	-	0,055	0,05	-
SrO	-	0,022	-	-
Li ₂ O	-	0,008	Следы	-
Cu	-	0,010	-	-
Zn	-	0,004	-	-
Pb	-	0,002	-	-
H ₂ O	-	1,150	4,28	3,47
CO ₂	-	0,101	4,94	5,78
C	-	-	0,65	0,72
100,00	-	100,000	100,00	107,34(?)

Примечание. а – по анализам Геологического комитета США (из Твенхофела); б – по Кларку; в – по Кларку; г - по лейсу и Милу.

Вывод:

- преобладает 10 петрогенных компонентов
- много воды
- CaO химически много – накапливается за счет большого его количества в карбонатных скелетах организмов
- $\text{Fe}_2\text{O}_3 > \text{FeO}$
- $\text{K}_2\text{O} > \text{Na}_2\text{O}$
- много углерода и углеродистых веществ

Сравнение усредненных минеральных составов магматических и осадочных пород (по М.С. Швецову, 1958)

Компоненты	Средняя магматическая порода, %	Средняя осадочная порода, %
1. Оливин	2,65	-
Биотит	3,86	-
Роговая обманка	1,60	-
Авгит	12,90	-
Анортит	9,80	-
2. Магнетит	3,15	0,07
Титанит и ильменит	1,45	0,02
3. Альбит	25,60	4,55
Ортоклаз	14,85	11,02
Кварц	20,40	34,80
Мусковит, серицит и гидрослюды	3,85	15,11
4. Другие глинистые и минералы	-	14,51
Железистые осадочные минералы	-	4,00
Доломит, частью сидерит	-	9,07
Кальцит	-	4,25
5. Гипс и ангидрит	-	0,97
Фосфатные минералы	-	0,35
Органическое вещество	-	0,73
	100,11	99,45

Состав минералов осадочных пород:

- существенно отличается от состава магматических и метаморфических пород
- много устойчивых в процессах выветривания минералов (кварца, калиевых полевых шпатов, кислых плагиоклазов, светлых слюд)
- присутствуют акцессорные минералы, много глинистых минералов, карбонатных, окисных, хлоридных, сульфатных, фосфатных, кремнистых, слюдистых.

Вывод:

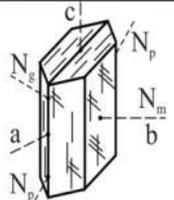
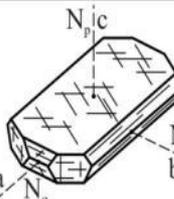
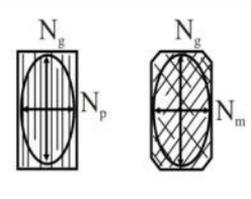
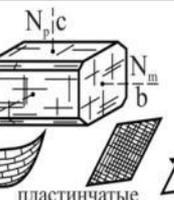
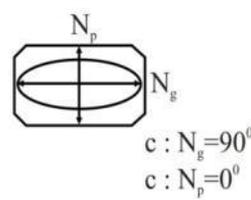
- **Фемические минералы** неустойчивы в поверхностных условиях земли, быстро разрушаются и присутствуют в осадочных горных породах в незначительных количествах. **Исключение - мусковит**
- **Щелочные полевые шпаты** в осадочных породах устойчивы. Среди них преобладает **ортоклаз, микроклин и кислые плагиоклазы**. Плагиоклазы средние и основные не устойчивы, их мало

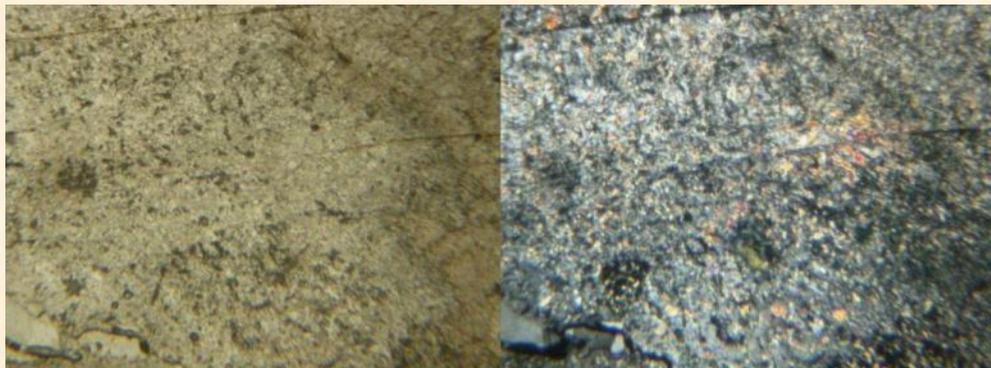
Особенности минералов осадочных пород:

- имеют меньший удельный вес и больший молекулярный объем
- тонкодисперсны и мелкозернисты обычно
- просты по составу, совершенны по структуре много аморфных образований
- широко развиты изоморфные и полиморфные образования
- много окисленных форм
- малоэнергоёмких в технологических процессах
- Реагируют на окружающую обстановку

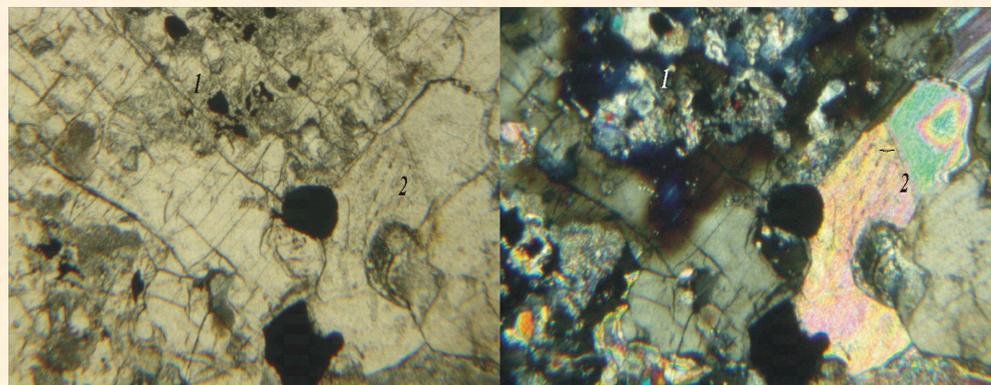
МИНЕРАЛЫ ОСАДОЧНЫХ ПОРОД

№ п/п	Название минерала, его кристаллохимическая формула, сингония	Свойства, наблюдаемые с одним николем				Свойства, набл с двумя николями			Осн. знак $\angle 2V_{\text{пл}}$ опт. знак	Диагностические признаки
		Форма кристалла, сечения	Спайность	Цвет, плеохроизм	Показатели преломления	$n_c - n_o$	Характер погасания, угол погасания	Знак золы		
1.	Каолинит $Al_2(Si_2O_5)_2(OH)_2$ сингония триклинная, моноклинная		совершенная	бесцветный	$n \sim 1,56 - 1,57$	$0,006 - 0,007$	1) червеобразные агрегаты 	+	$2V_{\text{пл}} = 24-30^\circ$	Походит на гидрослюда и монтмориллонит - отличается меньшим $n_c - n_o$ и средним n_o, n_e .
2.	Гидрослюда $K(Al,Mg,Fe)_2 x [(Si,Al)_2O_5]_2(OH)_2$ сингония моноклинная			бесцветный, зеленоватый, бурый и желтоватый	$n \sim 1,54 - 1,67$	$\sim 0,030$	2) сферолитовые агрегаты 	+		Отличается от каолинита и монтмориллонита более четкими чешуйчатыми формами с острыми окончанием.
3.	Монтмориллонит $(Ca,Na)(Al,Mg,Fe)_2 x [(Si,Al)_2O_5]_2(OH)_2 \cdot nH_2O$ сингония моноклинная			бесцветный, желтоватый	$n \sim 1,48 - 1,64$	$0,025 - 0,040$	3) чешуйчатые агрегаты 	+	$2V_{\text{пл}} = 7-25^\circ = 25-68^\circ$	Походит на хлорит и каолинит - отличается большим $n_c - n_o$ и меньшим n_o, n_e .
4.	Глаукоцит $(K,Na,Ca)(Fe^{2+},Mg,Al,Fe^{3+})_2 x [(Si,Al)_2O_5]_2(OH)_2 \cdot nH_2O$ сингония моноклинная			зеленовато-голубоватый и желтовато-коричневый	$n = 1,59 - 1,64$	$0,014 - 0,030$	зернистые агрегаты 	+	$2V_{\text{пл}} = 10-24^\circ$	Походит на хлорит - отличается большим $n_c - n_o$; зернистостью агрегатов.
5.	Шамозит $Fe^{2+}_x Al(Mg,Fe^{3+})_x x [(Si,Al)_2O_5]_2(OH)_2 \cdot nH_2O$ сингония моноклинная			желтоватый, бледно-зеленый, бесцветный	$n = 1,62 - 1,66$	$0,005 - 0,006$	аномальные окраски 	+	$2V_{\text{пл}} \sim 0^\circ$	Диagenетический в осадочных Fe - рудных месторождениях. Встречается вместе с сидеритом. Походит на глаукоцит, отличается меньшим $n_c - n_o$, чешуйчатостью агрегатов, буроватыми оттенками.
6.	Диаспор Al_2O_3 сингония ромбическая			бесцветный, коричневатый	$n = 1,70 - 1,75$	$0,048$		+	$2V_{\text{пл}} = 84-85^\circ$	Встречается часто в бокситах. Походит на корунд - отличается меньшим n_c и большим $n_o - n_e$. Отличается от силпикманита большим n_c и n_o, n_e .
7.	Гидраргиллит $Al_2(OH)_2$ сингония моноклинная			бесцветный	$n = 1,58$	$0,021$	спайность нет спайности 	+		Походит на каолинит, отличается большим $n_c - n_o$. От полевого шпата отличается большим $n_c - n_o$.

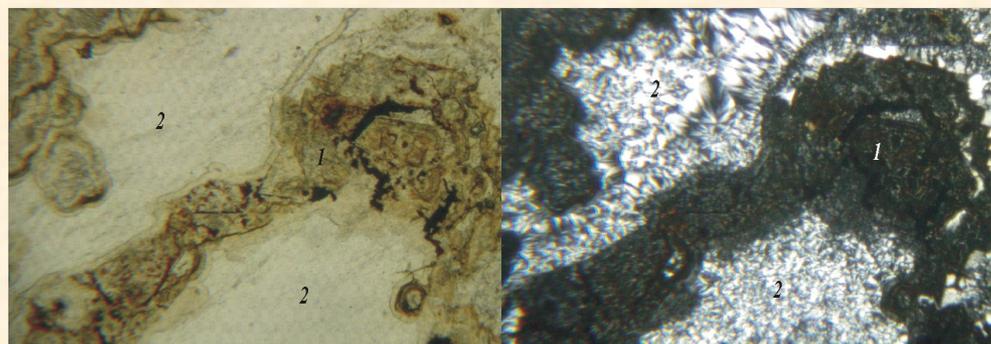
№ п/п	Название минерала, его кристаллохимическая формула, сингония	Свойства, наблюдаемые с одним никелем				Свойства, набл. с двумя никелями			Осность, $\angle 2V_p$, опт. знак	Диагностические признаки
		Форма кристалла, сечения	Спайность	Цвет, плеохроизм	Показатели преломления	$n_g - n_p$	Характер погасания, угол погасания	Знак зоны		
8.	Гипс $CaSO_4 \cdot 2H_2O$ сингония моноклинная		совершенная в 2 ^х плоскостях	бесцветный	$n = 1,52 - 1,53$	0,010		-	$2V_{Ng} = 58^{\circ}$	Образуется из ангидрита при поглощении воды; в глинах и мергелях при выветривании.
9.	Барит $BaSO_4$ сингония ромбическая		соверш. по (010) слаб. по (201) и (001)	бесцветный	$n = 1,63 - 1,65$	0,012		+	$2V_{Ng} = 36 - 38^{\circ}$	Похож на целестин, отличается слабой растворимостью в воде.
10.	Ангидрит $CaSO_4$ сингония ромбическая		совершенная в 2 ^х плоскостях	бесцветный	$n = 1,57 - 1,61$	0,040		-	$2V_{Ng} = 51^{\circ} 15'$	Похож на барит, но $>n_g - n_p$.
11.	Халцедон SiO_2 скръпккристаллический	агрегаты волокнисто-кристаллические	трещиноватые, хрупкие	бесцветный, молочно-голубой, желтоватый, зонально-окрашенный	$n \sim 1,54$	0,008-0,010		\pm	$2V_{Ng} = 0 - 25^{\circ}$	Похож на цеолиты, отличается большим n и часто большим $n_g - n_p$.
12.	Опал $SiO_2 \cdot nH_2O$ аморфный			бесцветный, мутно-желтоватый или красноватый	$n \sim 1,40$	0,000	Агрегаты: 1 - изотропные; 2 - колломорфные; 3 - сферические, зональные. 			Похож на анальцим, содалит, стекло, канадский бальзам, но отличается меньшим n .
13.	Фосфатное вещество $Ca_3(PO_4)_2, F, Cl, OH$ аморфный	агрегаты бесформенные, нередко зернистые		бесцветный, а также бурый, черный за счет рассеянного органического вещества	$n \sim 1,66$	0,000-0,003	1-изотропные 2-микросферолитовые 3-оолитовые 4-зерна, пеллеты 			Похож на опал, отличается большим n .



Глинистые минералы

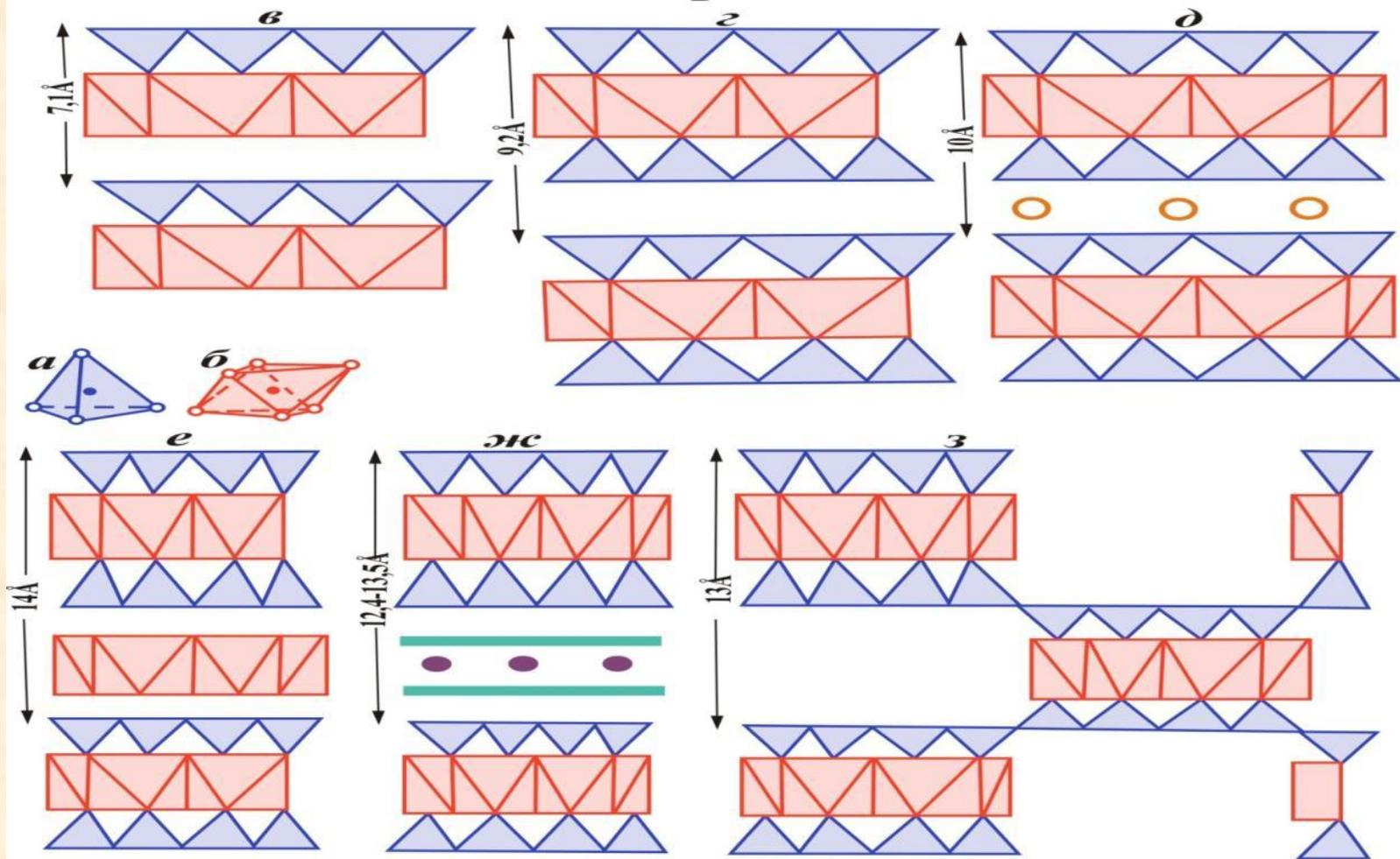


Карбонатные минералы



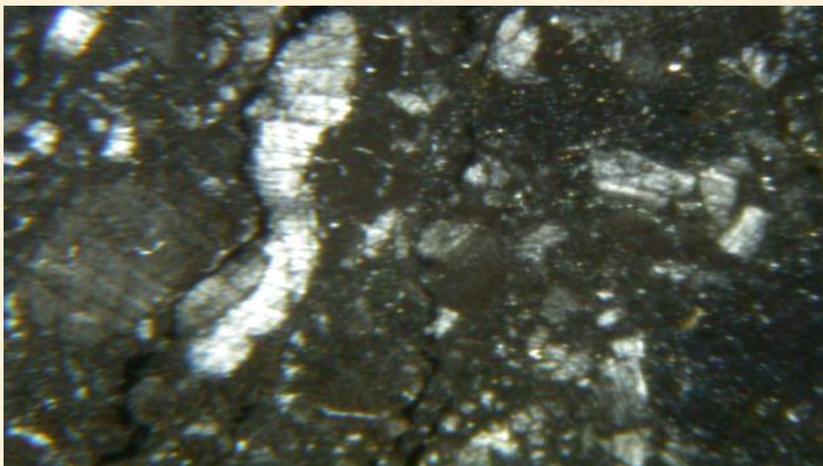
Кремнистые минералы

Кристаллическая структура глинистых минералов

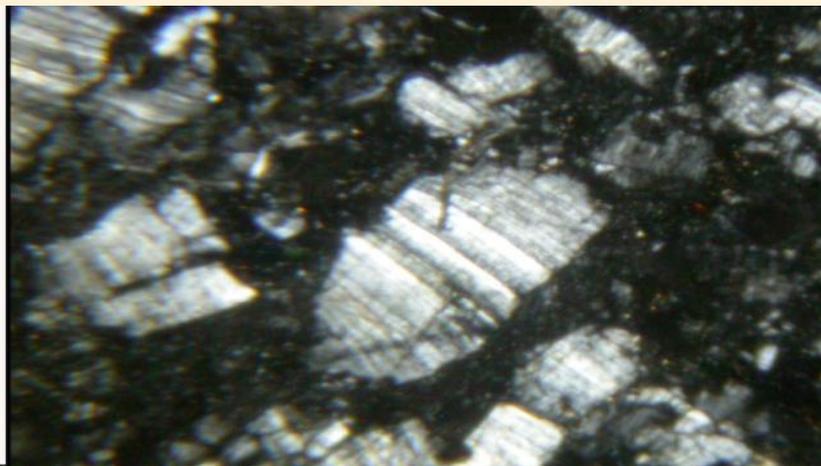


УСЛОВНЫЕ ОБОЗНАЧЕНИЯ

а - кремнекислородный тетраэдр; **б** - алюминиево-гидроксильный октаэдр; **слоистая структура**: **в** - двухсеточная структура группы каолинита - серпентинита; **г** - трехсеточная структура группы талька - пирофиллита; **д** - трехсеточная структура группы слюд, слои прочно связаны крупным катионом калия; **е** - четырехсеточная структура хлоритов - трехсеточный слюдяной слой регулярно чередуется с октаэдрической бруситовой сеткой; **жс** - трехсеточная подвижная структура смектитов (монтмориллонитов) - межслоевое пространство вмещает много разных катионов и полярные молекулы воды; **з** - ленточно-слоистая структура магнезиальных силикатов - палыгорскита - сепиолита



а



б

*Каолинит. Короткостолбчатые (б), червеобразные (а) агрегаты.
Серая интерференционная окраска, поперечная спайность и отдельность.
Прямые углы погасания*

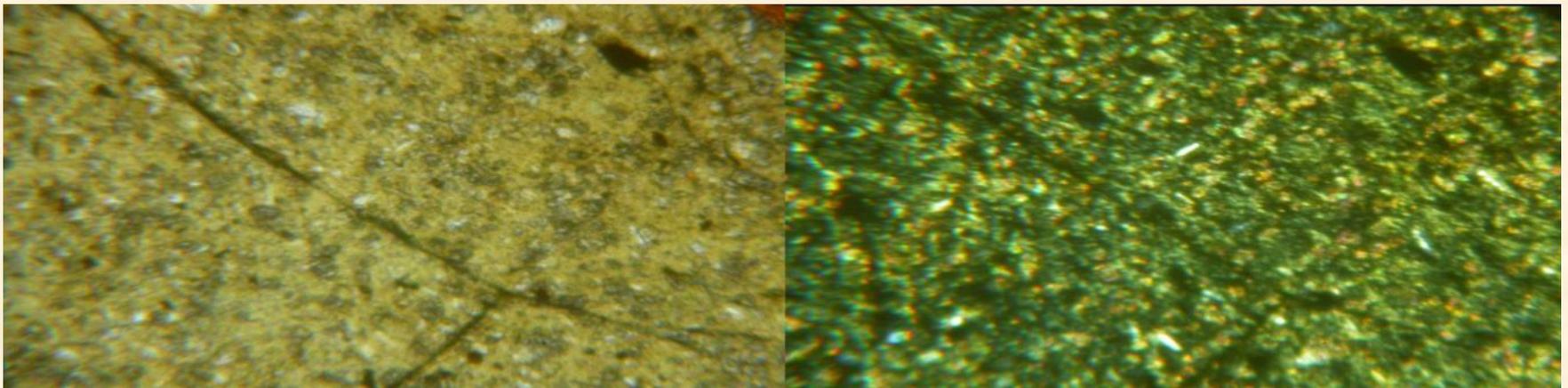


а



б

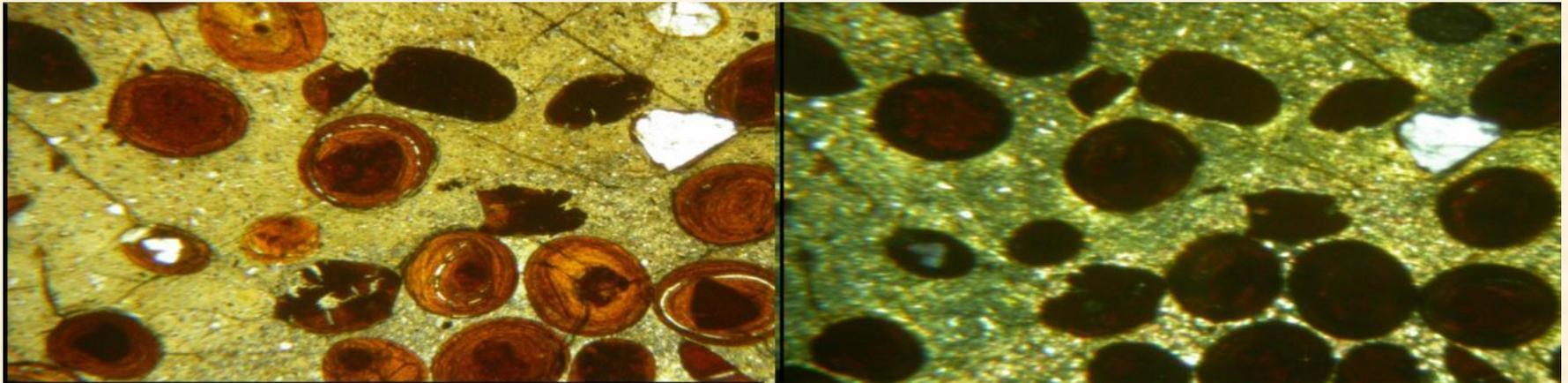
*Гидрослюда. Слаборельефные мелкочешуйчатые агрегаты
(а), с силой двойного лучепреломления до 0,025 (б)*



а

б

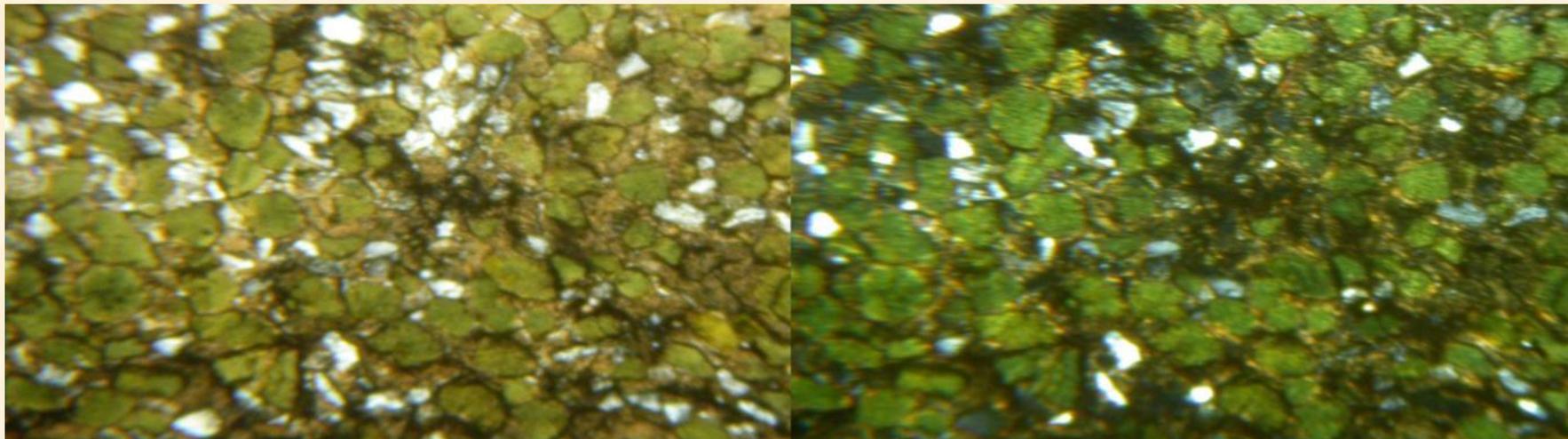
*Шамозит. Тонкозернистый бурый агрегат (а)
с низкой интерференционной окраской (б)*



а

б

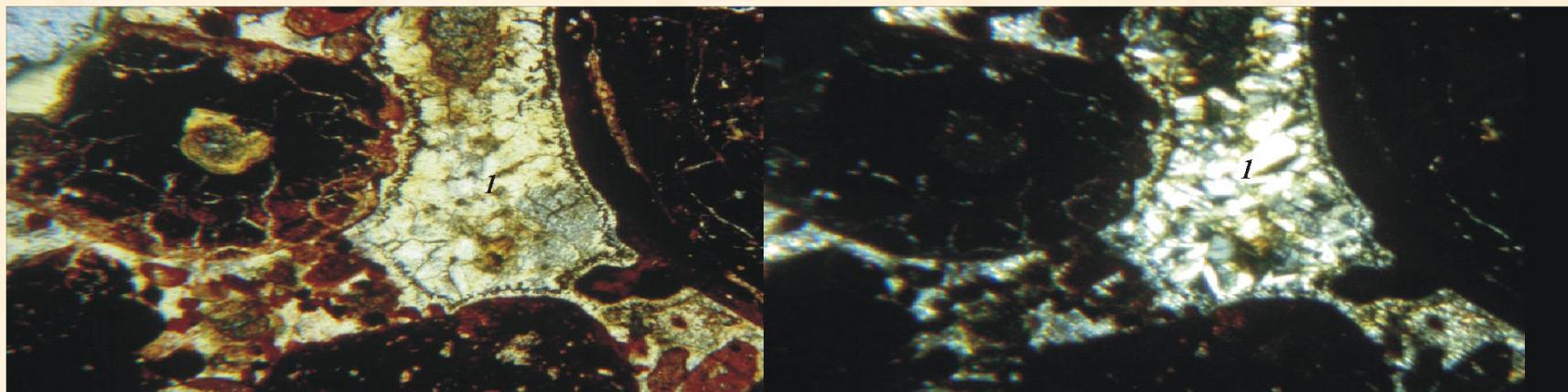
*Шамозит с оолитами железисто-глиноземистых минералов.
Тонкозернистый агрегат лептохлорита имеет зеленовато-бурый цвет (а),
низкую интерференционную окраску начала I порядка (б)*



а

б

Глауконит. Зернистые стяжения мелкочешуйчатых минералов. Яркие зеленовато-бурые цвета (а) и низкая интерференционная окраска I порядка (б)



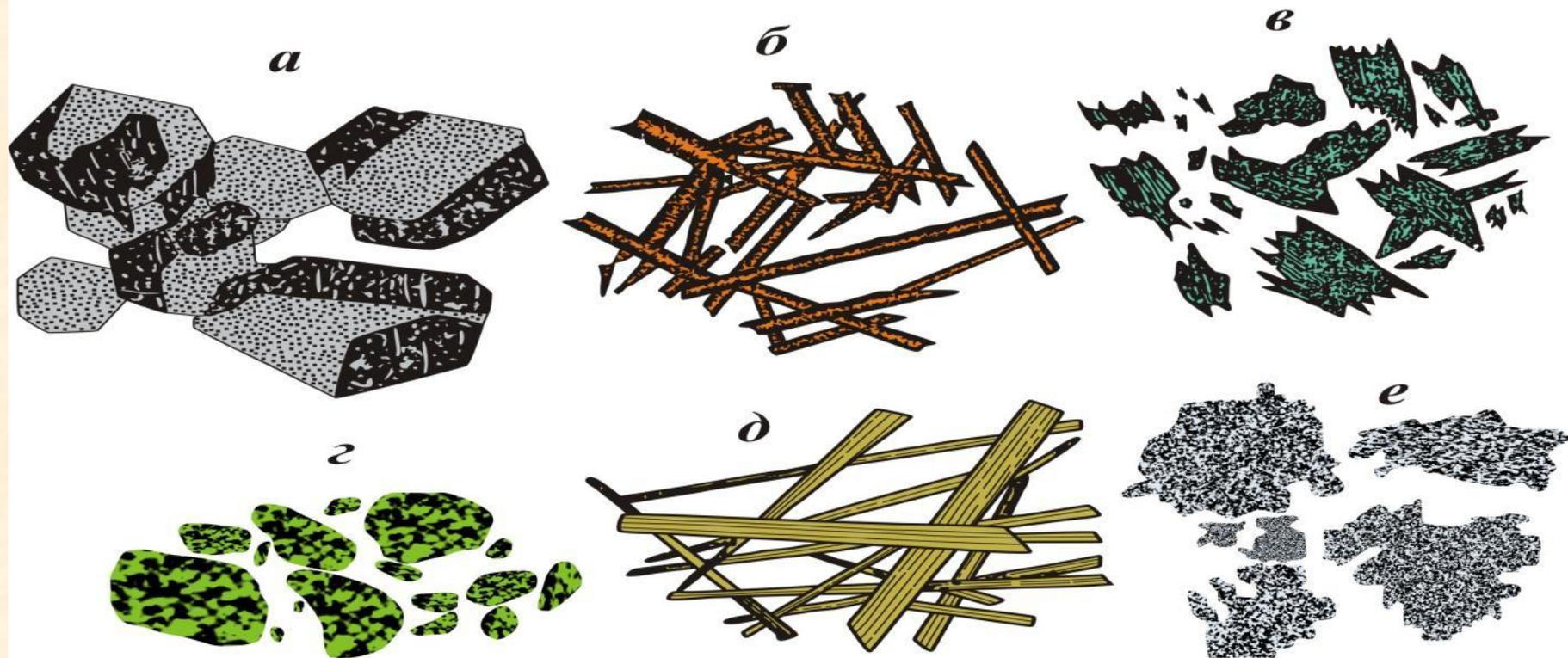
а

б

Гидраргиллит (1). Друзовидные агрегаты на глиноземисто-железистых оолитах. Минерал бесцветный, призматически-зернистый, идиоморфный, с совершенной спайностью, слабым рельефом (а).

Углы погасания до 30° и $n_{\alpha} - n_{\beta}$ до 0,021 (б)

Глинистые чешуйки под просвечивающим электронным микроскопом



a - каолинит;

б - трубочки галлуазита;

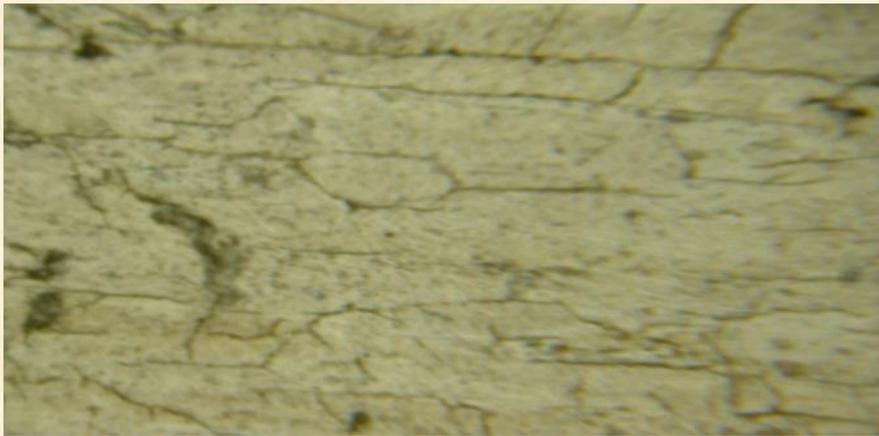
в - щепковидные чешуйки гидромусковита (иллита);

г - чешуйки глауконита;

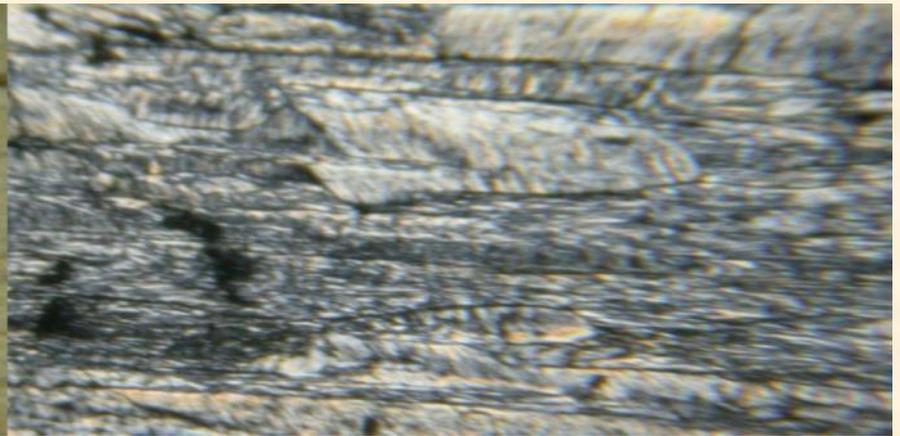
д - лентовидные чешуйки палыгорскита;

е - чешуйки монтмориллонита с диффузно размытыми краями.

Увел. около 9000 (*a* - *в*) и 12000 (*г* - *е*)



а

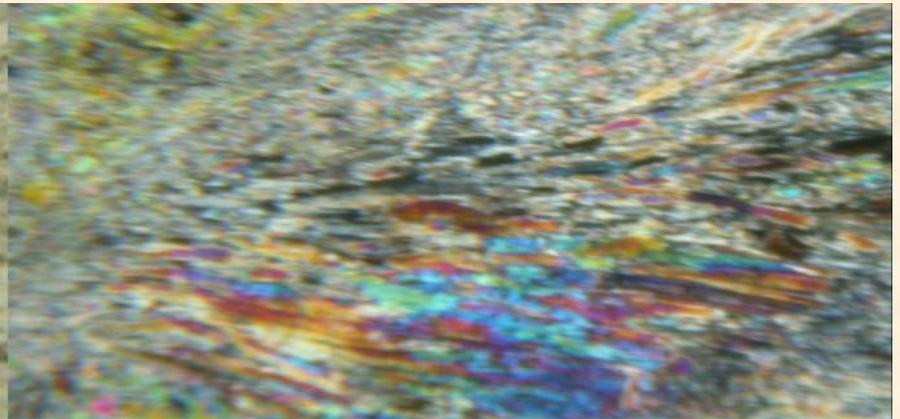


б

Гипс. Весьма совершенная спайность (а), высокая степень дислоцированности, интерференционная окраска I порядка (б)

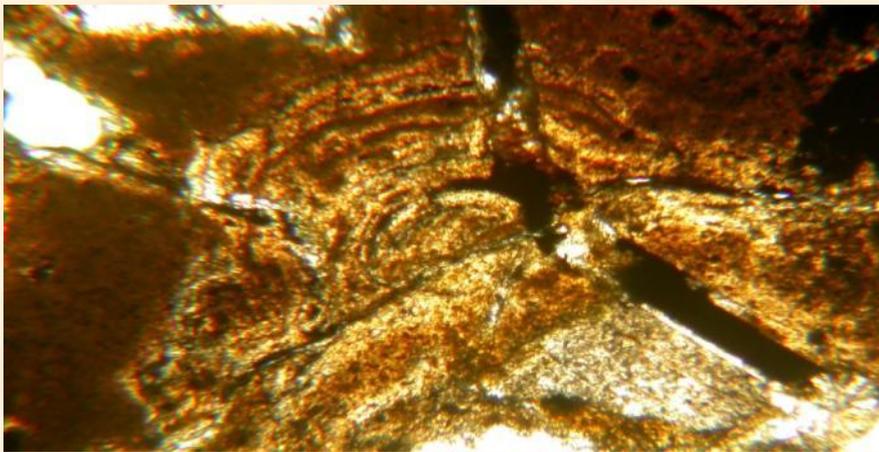


а

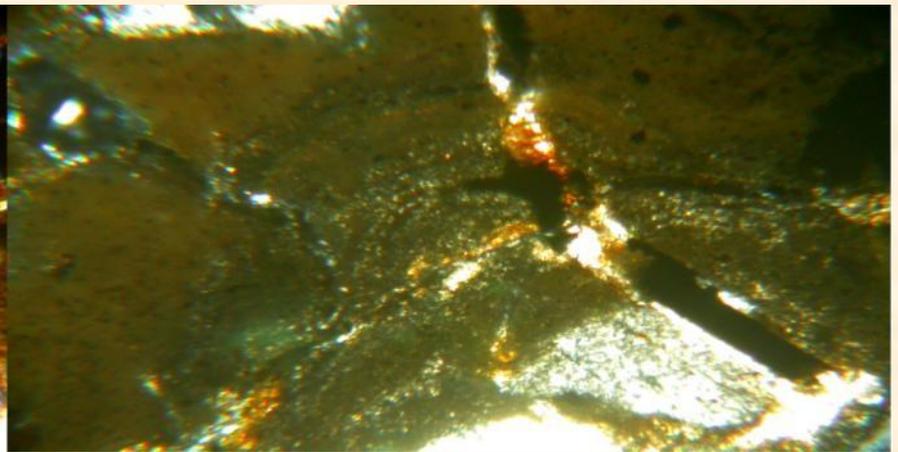


б

Ангидрит. Выраженный рельеф, буроватый цвет, обусловленный примесью битуминозного вещества (а). Яркая интерференционная окраска II порядка. Удлиненно-призматическая и волокнистая форма зерен (б)

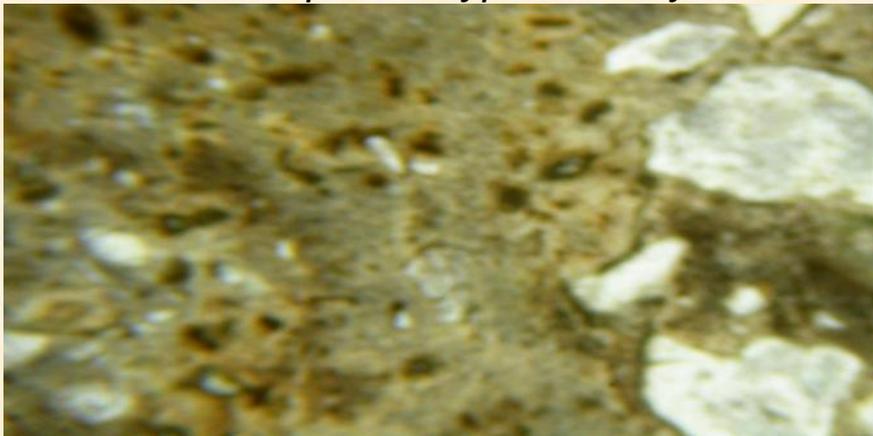


а

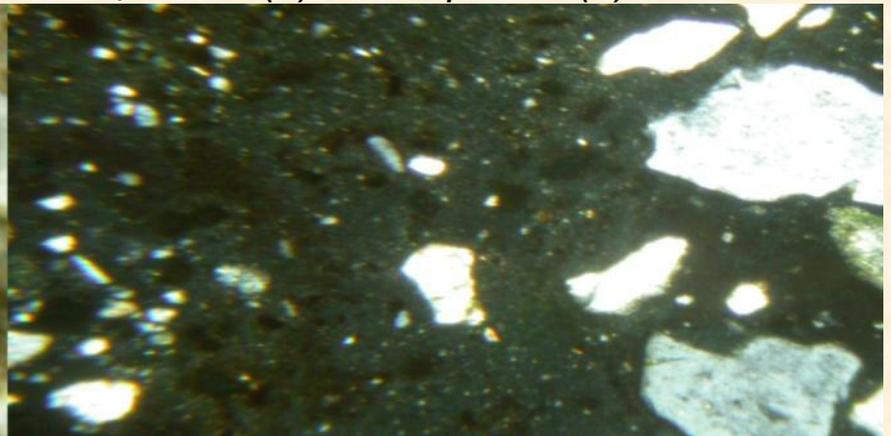


б

Фосфатное вещество. Концентрически-зональное строение, высокий рельеф и примесь красно-бурого битуминозного вещества (а). Изотропия (б)



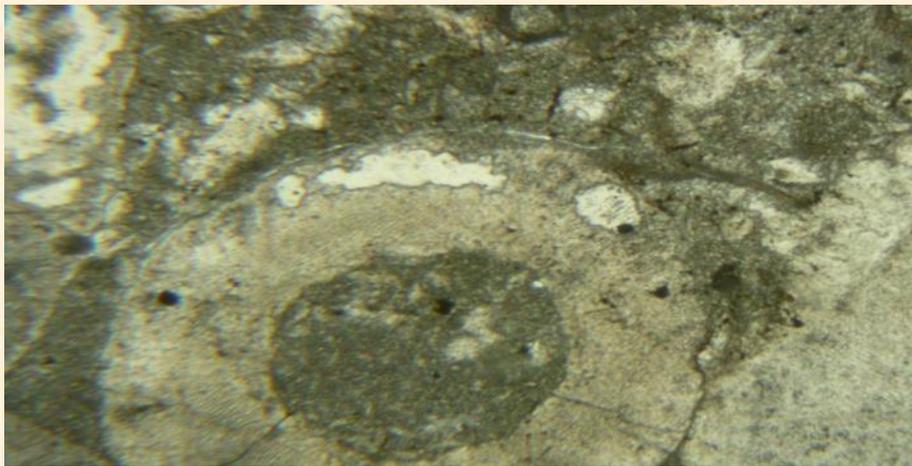
а



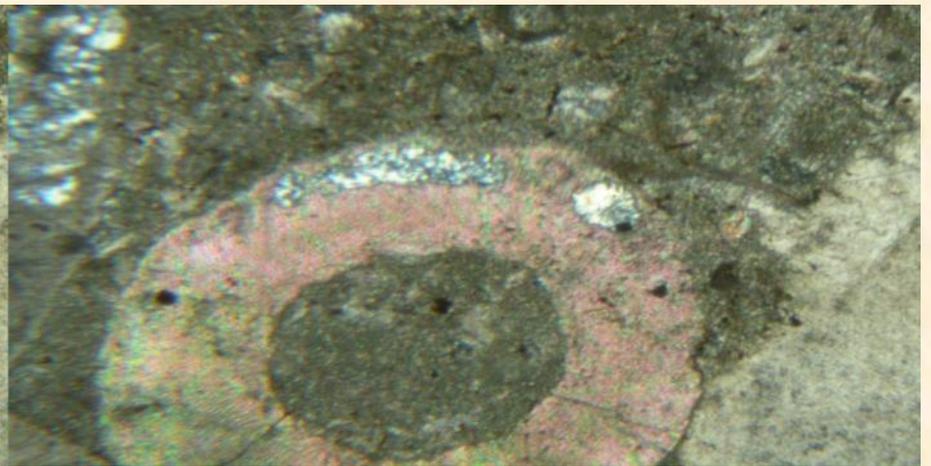
б

Фосфатное вещество с обломками кварца. Высокий рельеф, включения буровато-черного битуминозного ОВ (а).

Фосфатное вещество изотропно (б)



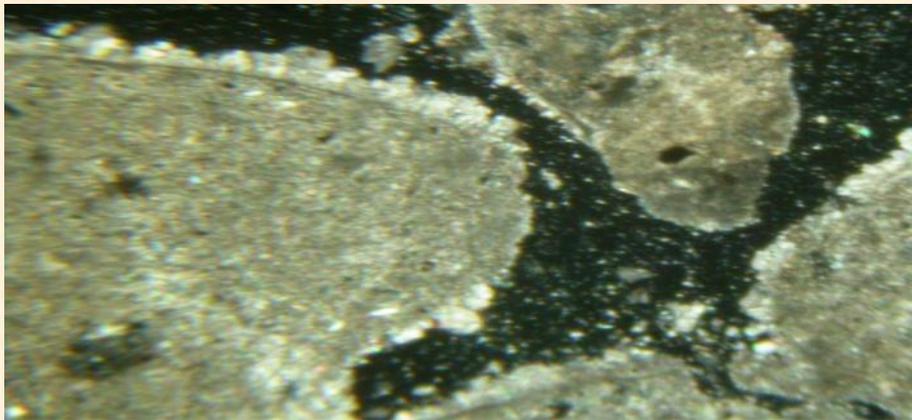
а



б

Арагонит. Псевдоморфозы по карбонатным скелетам организмов.

Бесцветный, со слабопроявленной спайностью (а), с перламутровой интерференционной окраской (б)



а

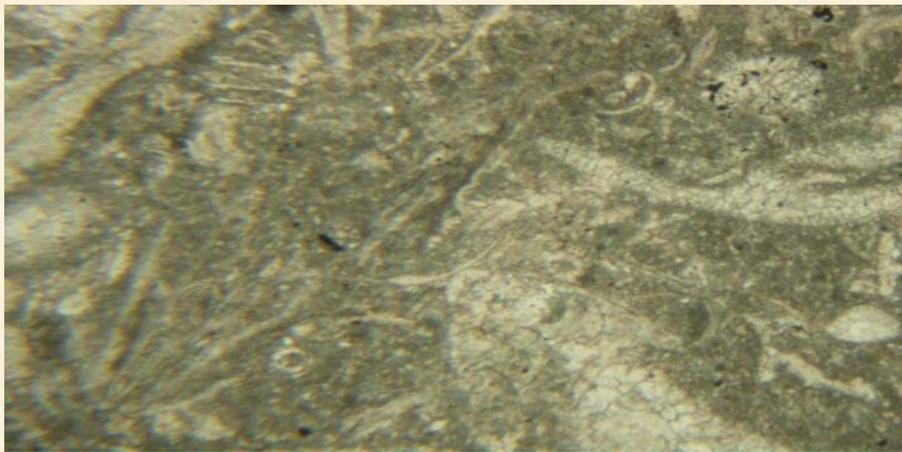


б

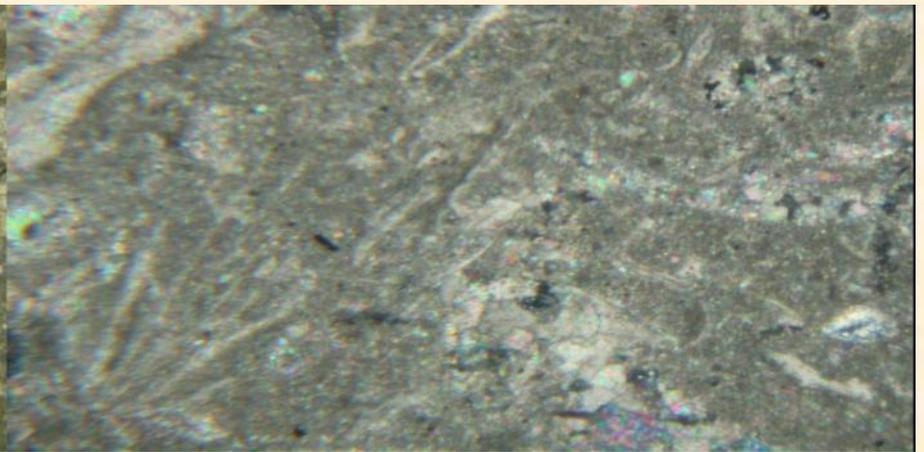
Кальцит. Бесцветный, друзовидный, призматический (а),

замещающий органическое вещество водорослей (б).

Характерный признак – перламутровая интерференционная окраска



а



б

Кальцит. Бесцветный и серый, содержащий рассеянное органическое вещество.

Образует псевдоморфозы по остаткам различных организмов. Характерные признаки – низкий рельеф – III - V групп (а) и перламутровая интерференционная окраска (б)



а



б

Доломит (а), родохрозит (б). Идиоморфные, ромбовидные формы зерен и перламутровая интерференционная окраска. При одном николе доломит бесцветен или слабо буроват, а родохрозит окрашен в розоватые тона