ОБЩЕСТВО ЭКСПЕРТОВ РОССИИ ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ

МИСиС

«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

ЭСТАгео

ЦЕНТР

ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

Особенности современной технологической оценки кварцевых песков для стекольной промышленности

ЭСТАгео

Современная технологическая оценка предполагает детальное изучение вещественного состава исследуемого минерально-сырьевого объекта с привлечением полного комплекса аналитических и оптических методов. Итогом технологической оценки является обоснование извлекаемой ценности минерального сырья и уровня неизбежных технологических потерь при его переработке на данном этапе развития науки, техники и технологии. Оба параметра функционально зависят от особенностей вещественного состава и контрастности технологических свойств разделяемых в процессе обогащения минеральных комплексов.

Перечень проб кварцевых песков, изученных ООО «НВП Центр-ЭСТАгео»

Месторождения	Пробы
1. Раменский ГОК (Чулковское месторождение)	3
2. Раменский ГОК (Егановское месторождение)	5 (2 исх. пробы и 3 пробы технологические продукты)
3. Ташлинский ГОК	2
4.1. Мураевня месторождение	11 (1 проба исх. и 10 проб технологические продукты)
4.2. Мураевня месторождение	1 (сухая схема)
5. Великодворское месторождение	4 (1 проба исх. и 3 пробы технологические продукты)
6.1. Секеринское месторождение	4
6.2. Секеринское месторождение	5 технологических проб и 101 групповая проба
6.3. Секеринское месторождение	1
7.1. Сухобезводненское месторождение	11
7.2. Сухобезводненское месторождение	51 групповая проба
7.3. Сухобезводненское месторождение	1
8. Старотитаровское месторождение	1
9. Лебяжий участок (Южный Урал)	5 (4 частные пробы и 1 технологическая)
10. Йошкар-Ола (месторождение кварцевых песков)	5 частных проб
11. Месторождение кварцевых песков (Орехово-Зуево, Московская обл.)	1
12. Месторождение кварцевых песков	5 частных проб
Итого: 12	65 (без групповых проб) 217 (с групповыми пробами)

ЭСТАгео

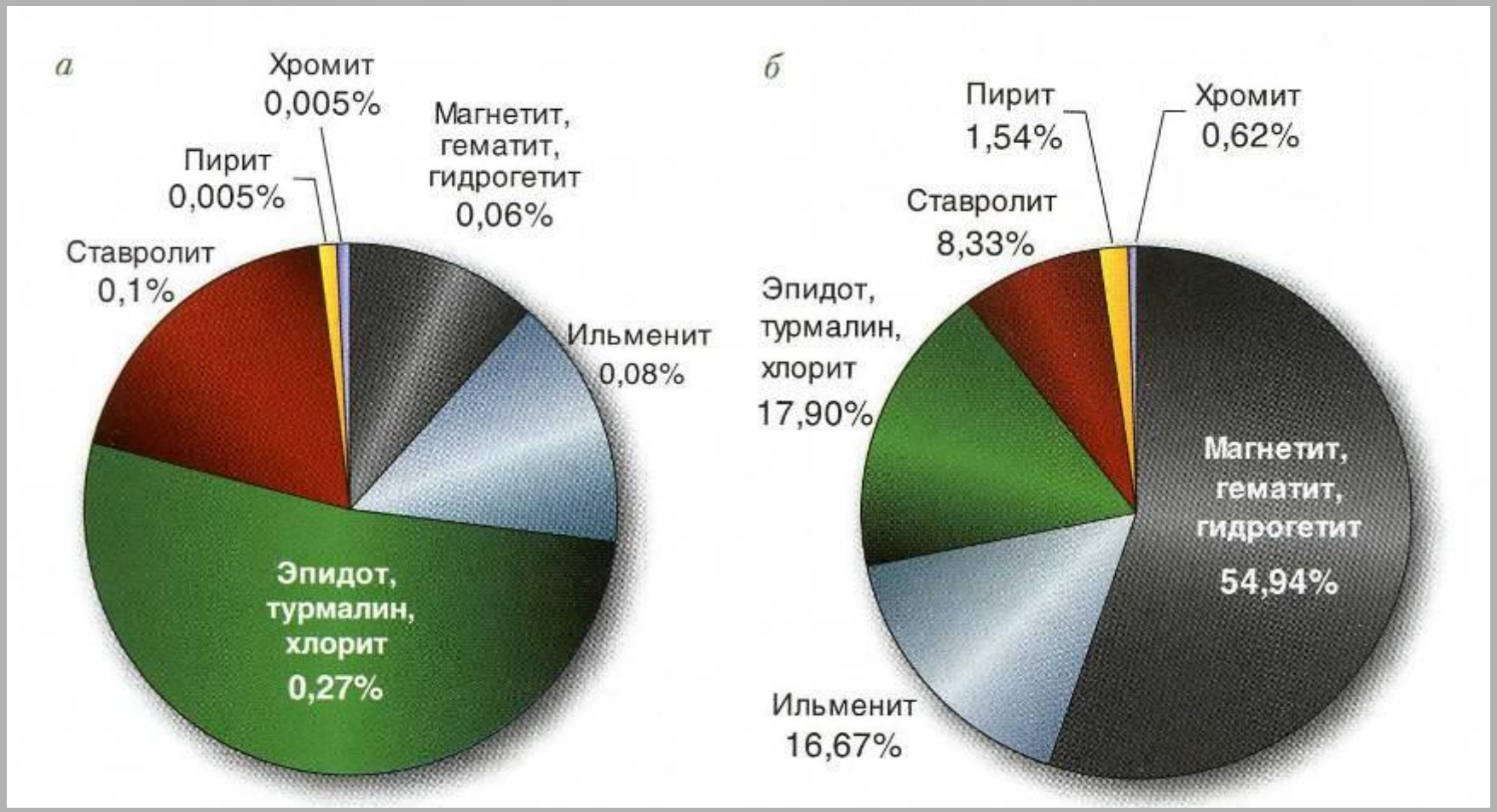
Методы переработки кварцевых песков

Сепарационные:

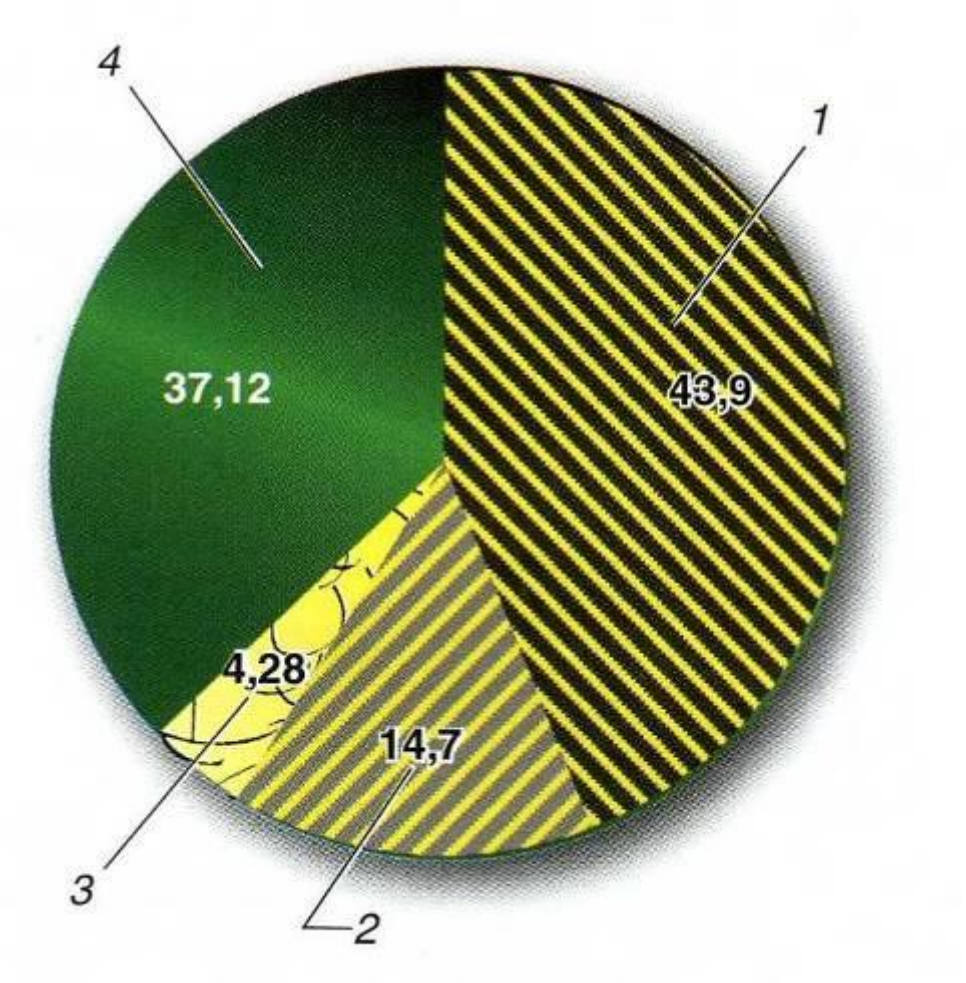
- оттирка;
- гравитация;
- магнитная сепарация.

Классифицирующие:

- грохочение;
- промывка;
- гидроциклонирование;
- обесшламливание.



Содержание железосодержащих минералов в кварцевых песках (а) и доля (% отн.) оксида железа, связанного с этими минералами (б)



Доля удаляемой фазы железа (%) в технологических операциях:

1, 2 – обесшламливание и оттирка (гидроксиды железа, хлорит, пирит и другие переизмельченные минералы);

3 - выделение тяжелой фракции (свободные зерна ильменита, ставролита, турмалина, сростки кварца с вышеназванными минералами, зерна кварца с субмикроскопическими включениями пирита, гематита, магнетита);

4 – неудаляемая фаза

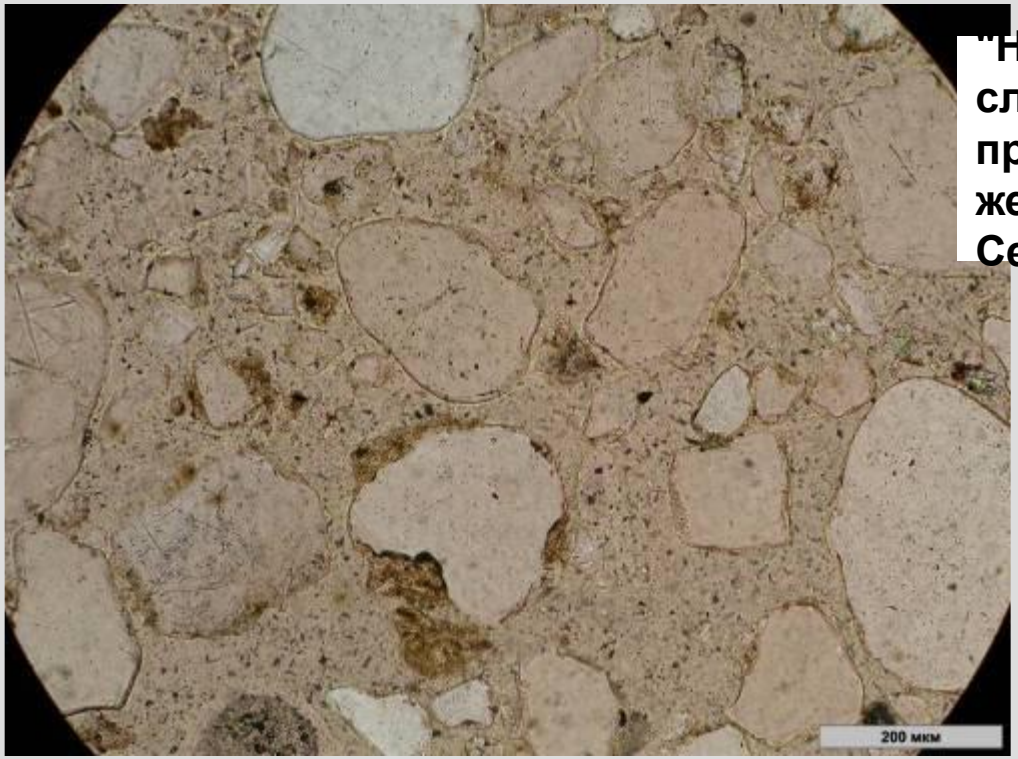
Виды работ при технологической оценке кварцевых песков

- Минералого-технологическая картирование месторождений.
- Минералого-технологическое изучение технологических проб с обоснованием рациональной технологической схемы.
- Разработка технологических регламентов.
- Технологический аудит обогатительных фабрик.
- Биотехнологическая оценка песков с разработкой технологии обезжелезнения песков непосредственно на месторождении.

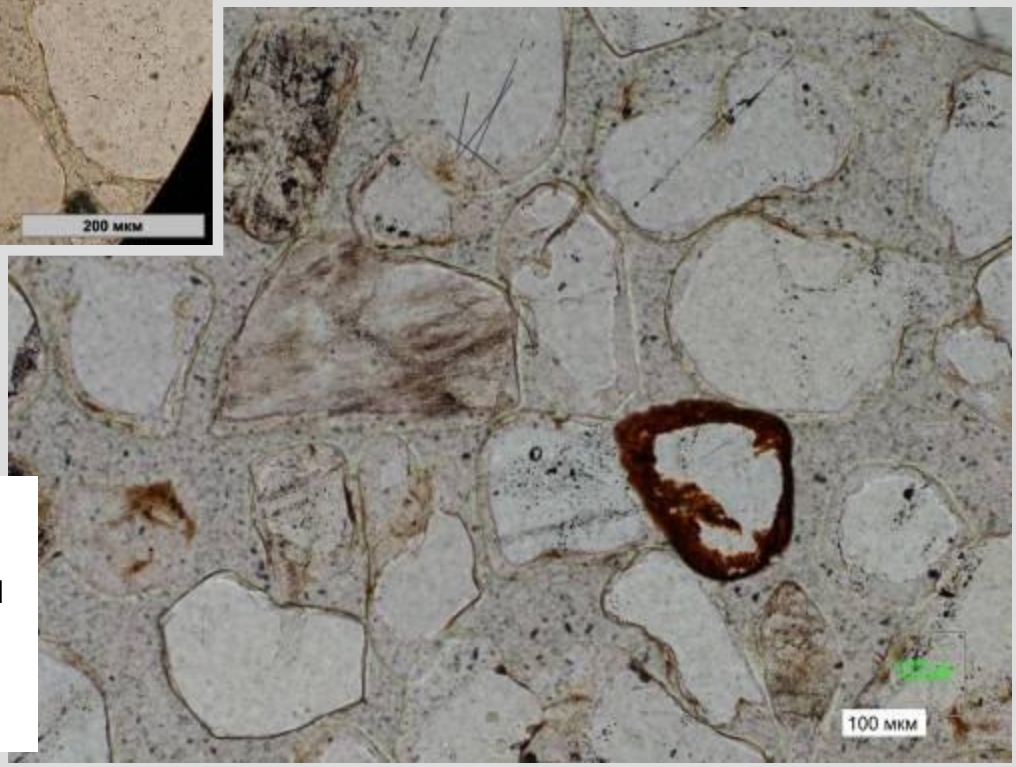
Гидроксиды железа и глинисто-слюдисто-железистые агрегаты в кварце и на поверхности зерен кварца

Полупрозрачные трещиноватые зерна кварца с включениями минералов железа и покрытого пленками гидроксидов железа, месторождение Сухобезводненское

Зерна кварца с налетами и корками гидроксидов железа на поверхности и в углублениях, единичный индивид гидроксида железа (коричневато-бурое внизу справа), пески «Йошкар-Ола»; изображение под стереомикроскопом

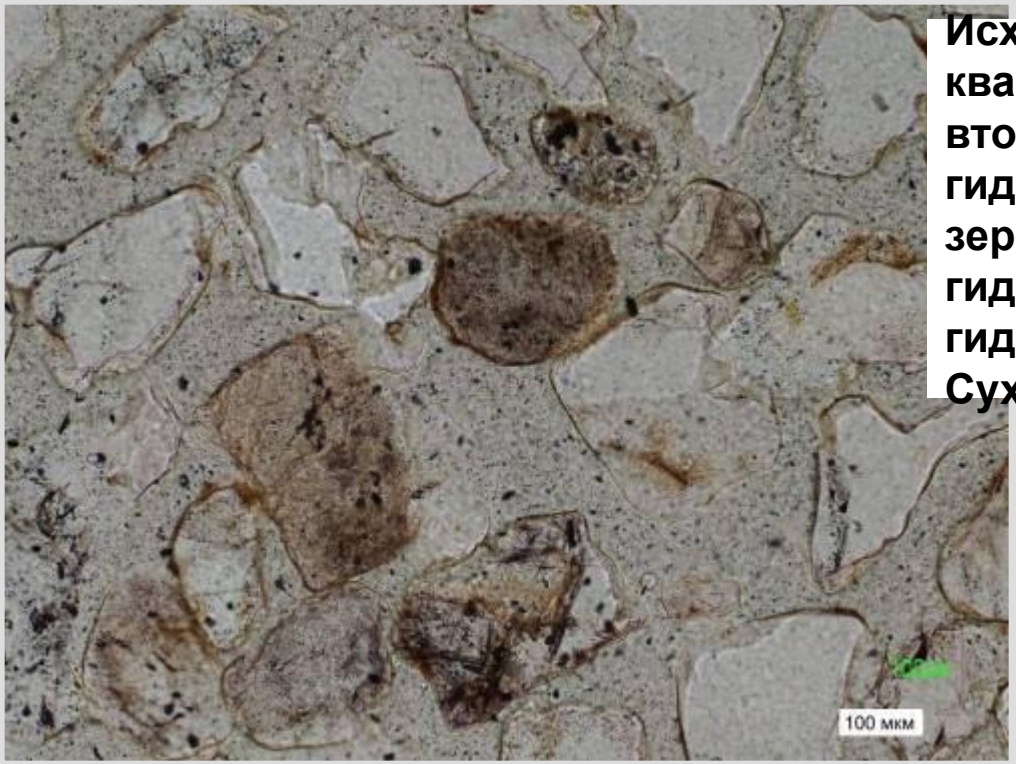


"Налипание" глинисто-слюдистых агрегатов, пропитанных гидроксидами железа, на зернах кварца, Секеринские пески.



Исходные пески, гидроксиды железа (коричневато-бурое) образуют каемки и развиваются по трещинкам в кварце, месторождение Сухобезводненское.

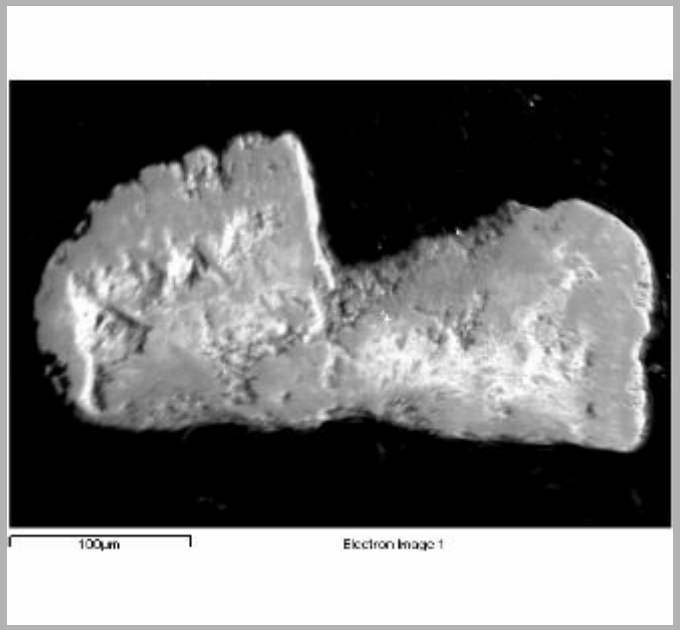
ЭСТАгео



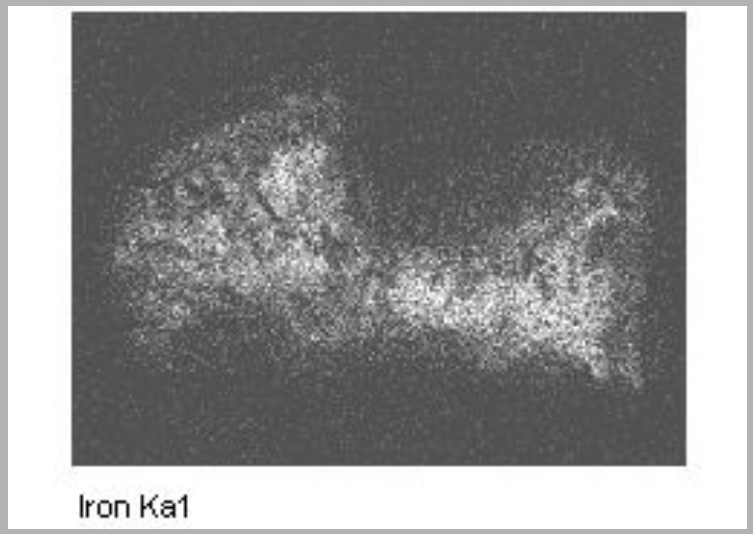
Исходные пески. В центре – три зерна кварца, перекристаллизованного до вторичного кварцита и пропитанного гидроксидами железа. Отдельные зерна кварца покрыты пленками гидрослюд, пропитанных гидроксидами железа, месторождение Сухобезводненское.

Гидроксиды железа с гидрослюдами (красновато-бурое) в виде заливчиков в зерне кварца. В центре – зерно кварца в "рубашке" каолинита, месторождение Мураевня

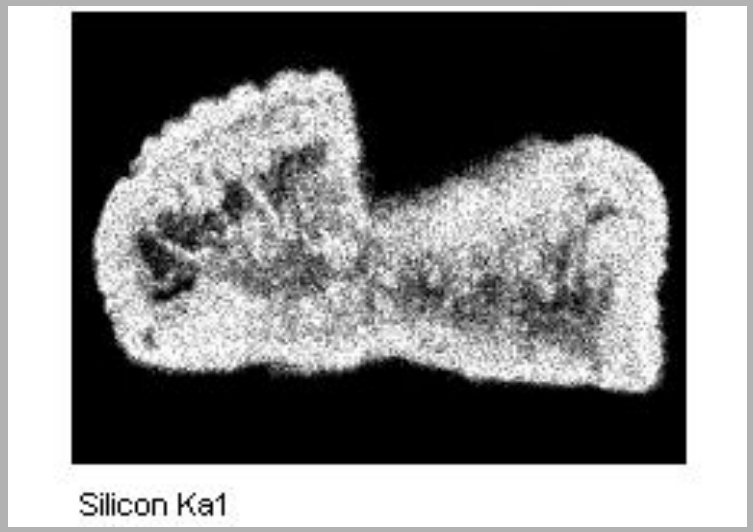
а



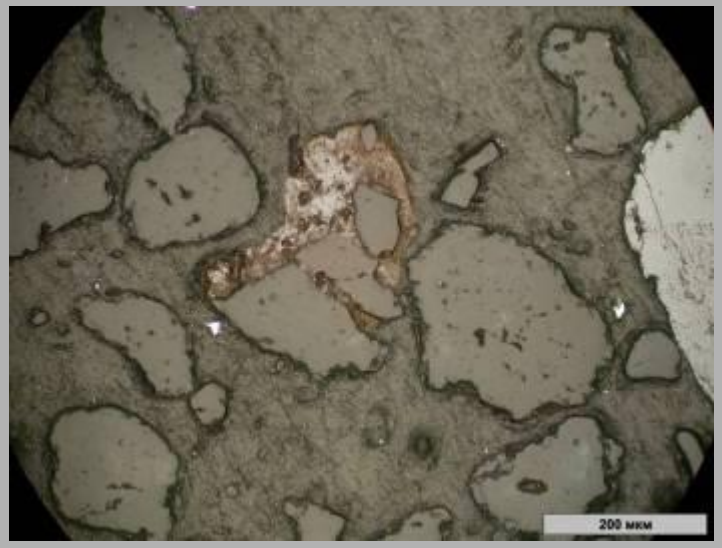
б

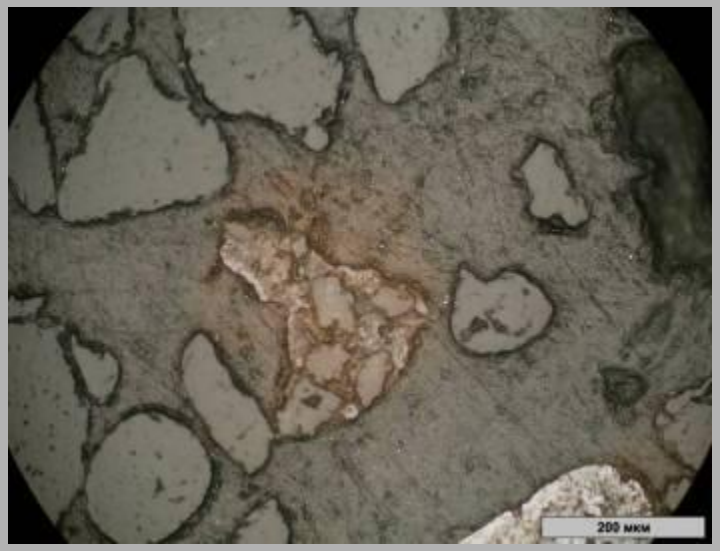


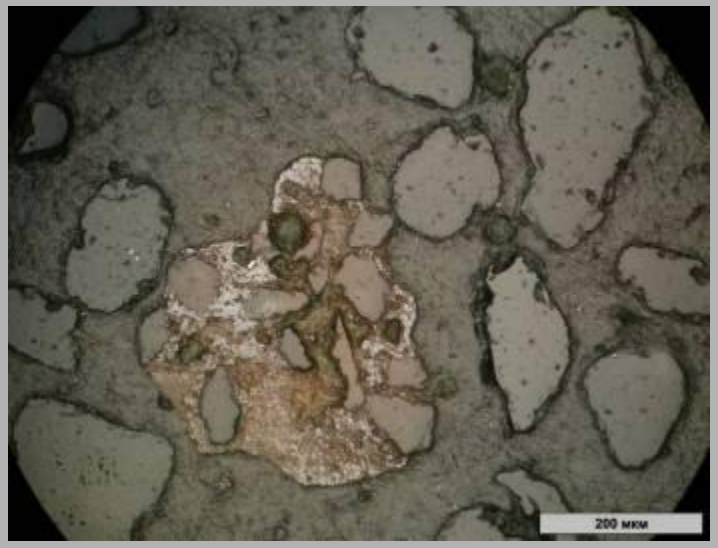
в



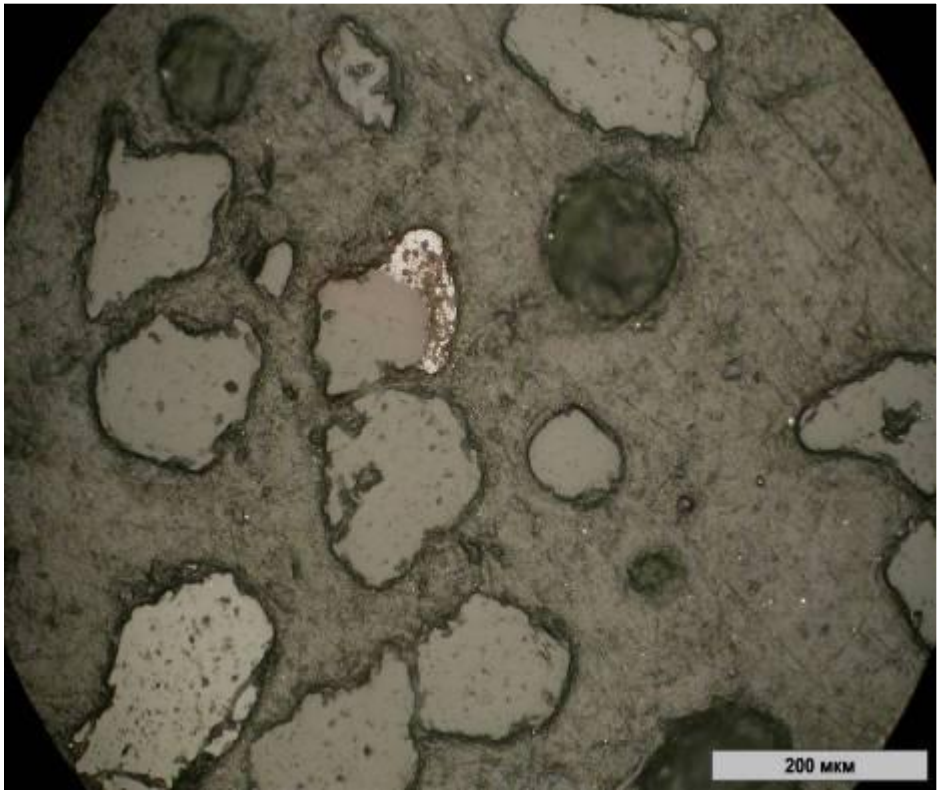
Кварц, пропитанный гидроксидами железа, месторождение Мураевня
а – изображение в обратно-рассеянных электронах; б-в – изображения в характеристических излучениях отдельных элементов (б - железа, в - кремния).



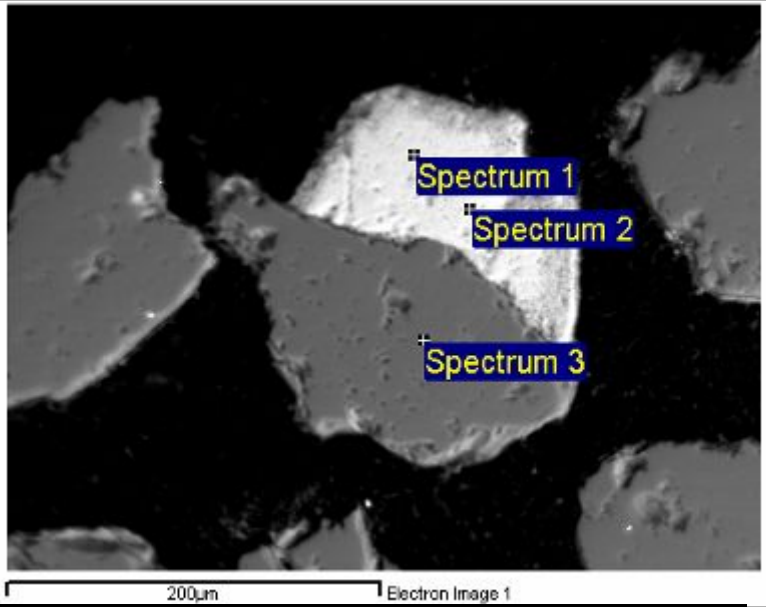




"Конгломераты", состоящие из мелких зерен кварца, сцементированных гидроксидами железа, месторождение Мураевня.

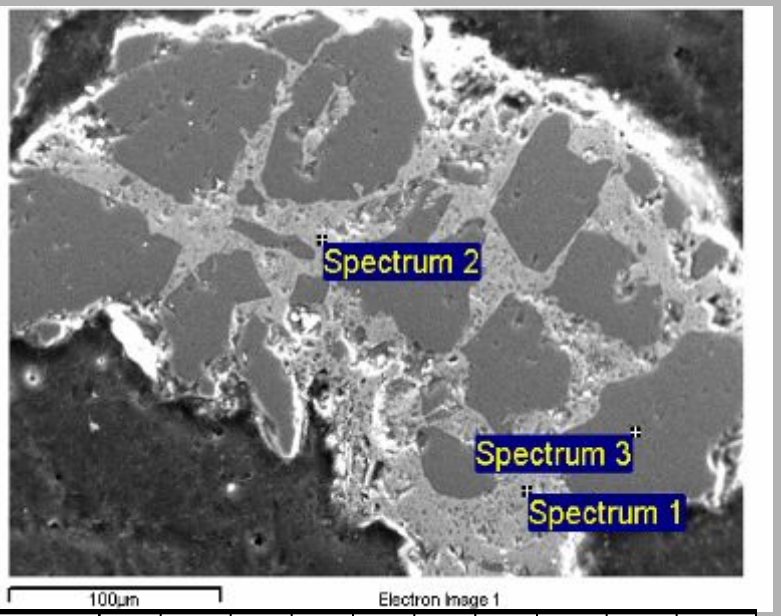


Нарост гидроксидов железа (светлое) на зерне кварца, месторождение Мураевня.



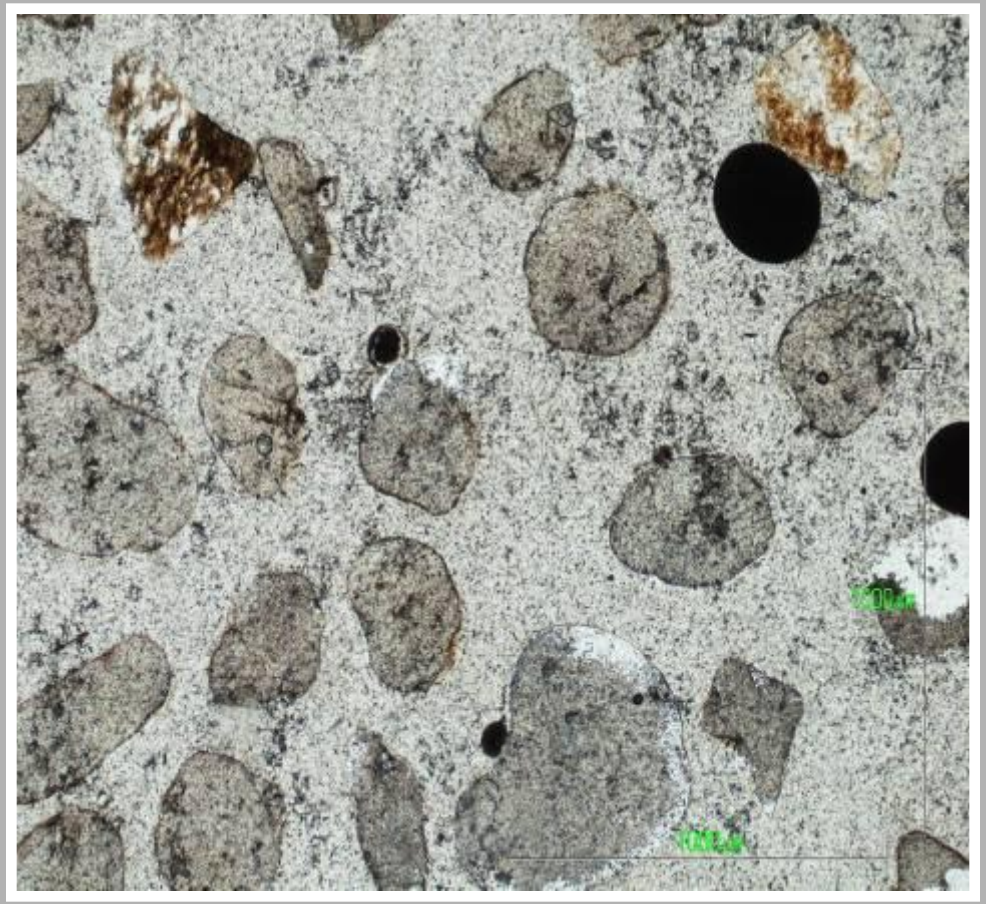
Spectrum	Al	Si	P	V	Fe	O	Total
Spectrum 1	1.69	1.29	0.25	0.27	53.24	26.31	83.06
Spectrum 2	1.65	1.44	0.23	0.26	53.18	26.38	83.15
Spectrum 3		47.22			0.31	53.92	101.45

Срастание кварца (Spectrum 3) с гидроксидами железа (Spectrum 3) месторождение Мураевня. Изображение в обратно-рассеянных электронах. Брикет



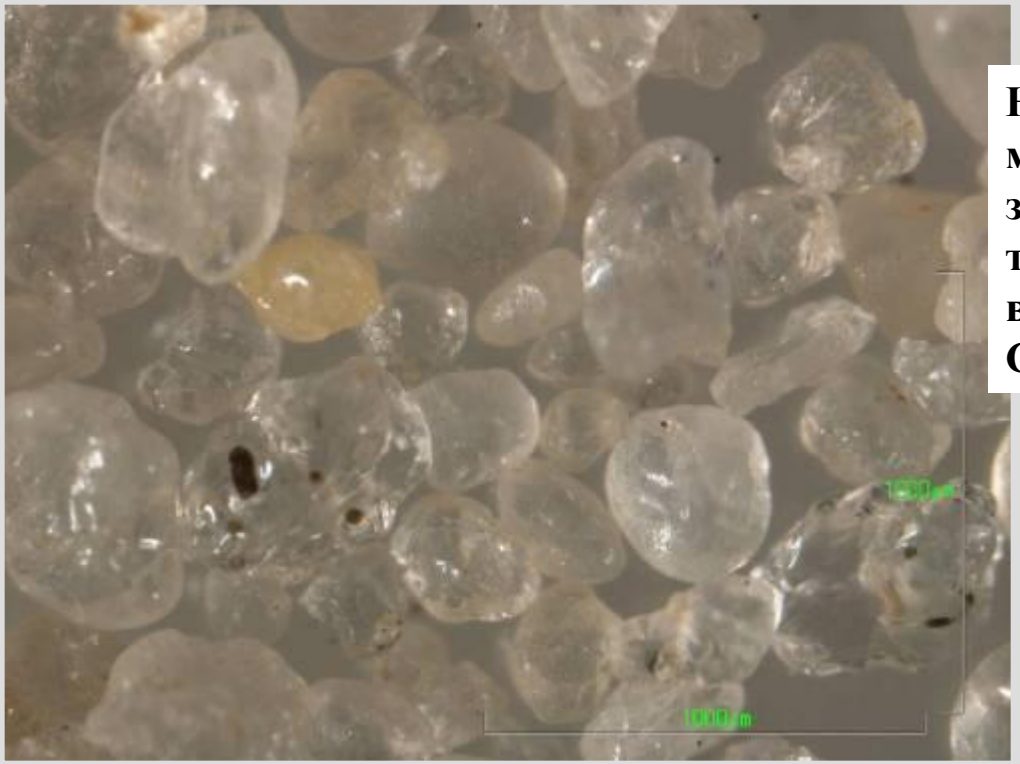
Spect-rum	Al	Si	P	Ca	Ti	V	Mn	Fe	O	Total
Spect-rum 1	1,2	0,69	0,4	0,2	0,3	0,2	0,2	53,2	25,9	82,69
Spect-rum 2	1,1	0,74	0,5	0,2	0,1	0,1	0,1	53,6	25,9	82,72
Spect-rum 3		47,3							53,8	101,1

"Конгломерат", состоящий из обломков кварца (Spectrum 3) и гидроксидов железа (Spectrum 1,2) в цементирующей массе. Изображение в обратно-рассеянных электронах.

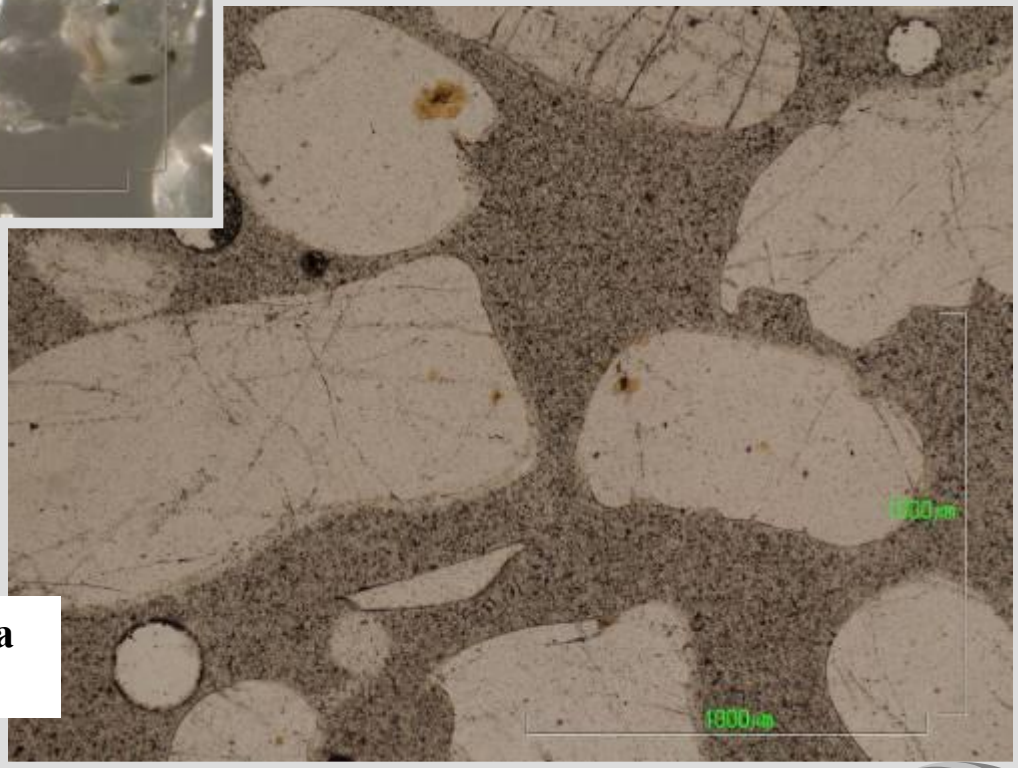


Обломки кварц-полевошпатовых агрегатов, пропитанных гидроксидами железа (бурые в верхней части снимка), пески Йошкар-Ола

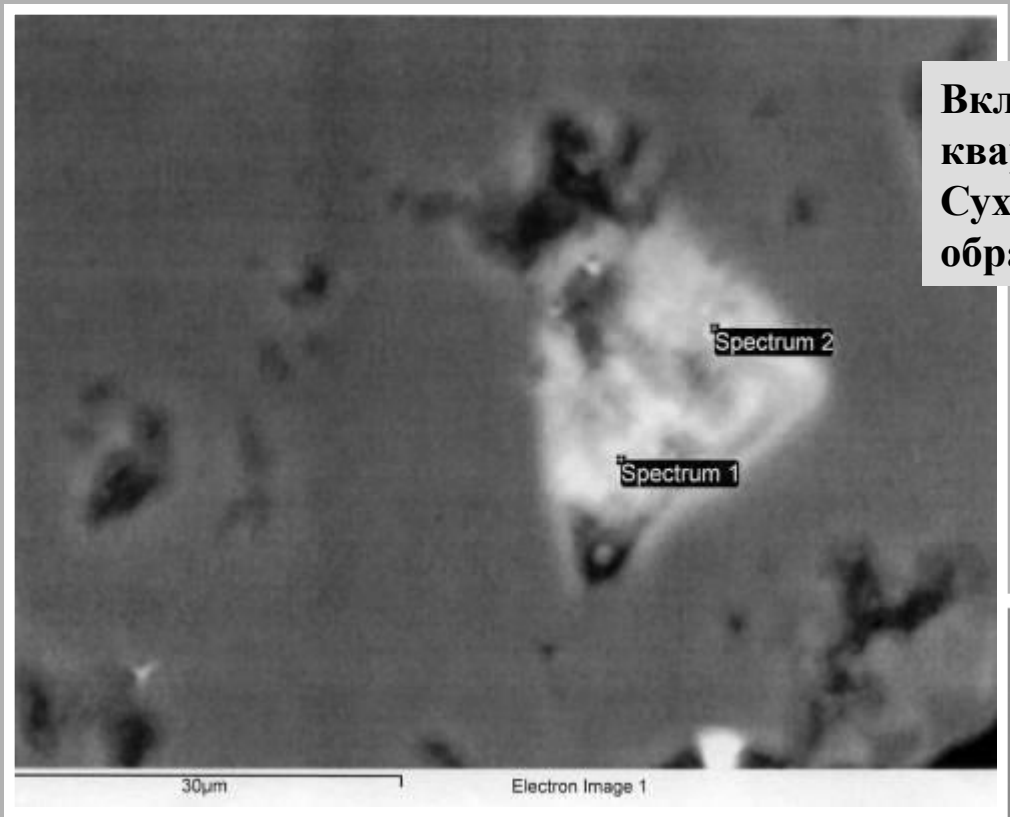
Включения в кварце железосодержащих породообразующих минералов



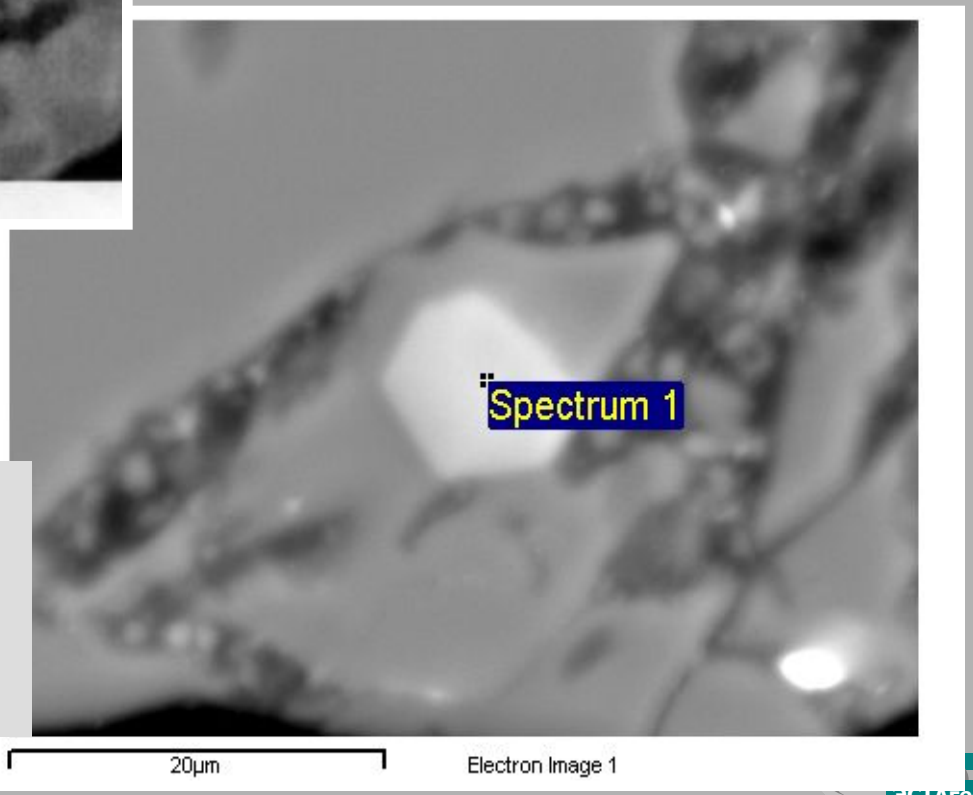
Немагнитная фракция основной магнитной сепарации. В прозрачных зернах кварца включения темноцветных минералов (черное), вероятно, ставролита, месторождение Сухобезводненское



Мелкие включения гидробиотита (светло-коричневое) в кварце

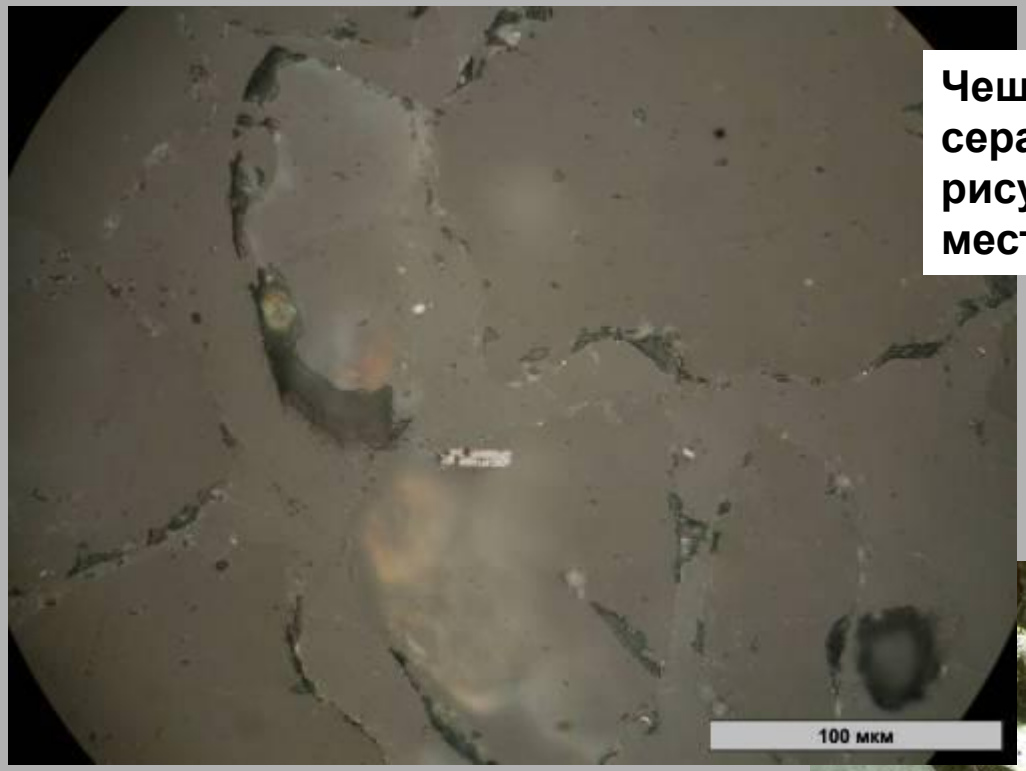


Включение турмалина (яркое) в кварце, месторождение Сухобезводненское. Изображение в обратно-рассеянных электронах.

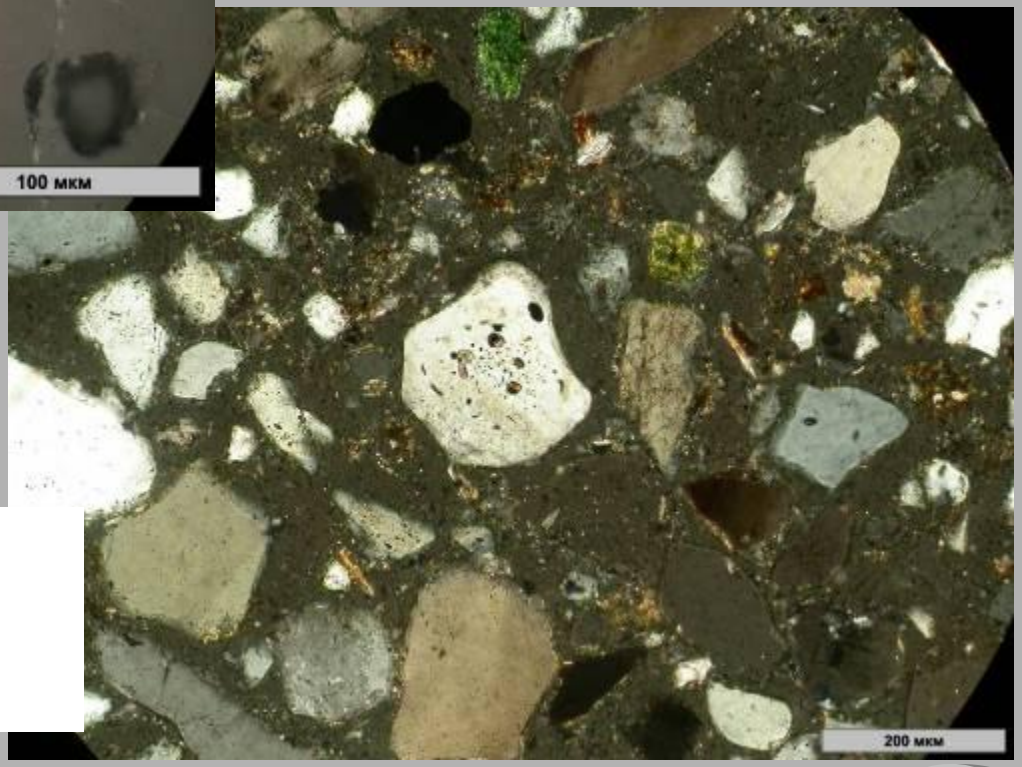


Включение кристалла эпидота (Spectrum 1) в кварце, месторождение Сухобезводненское. Изображение в обратно-рассеянных электронах.

ЭСТАГео

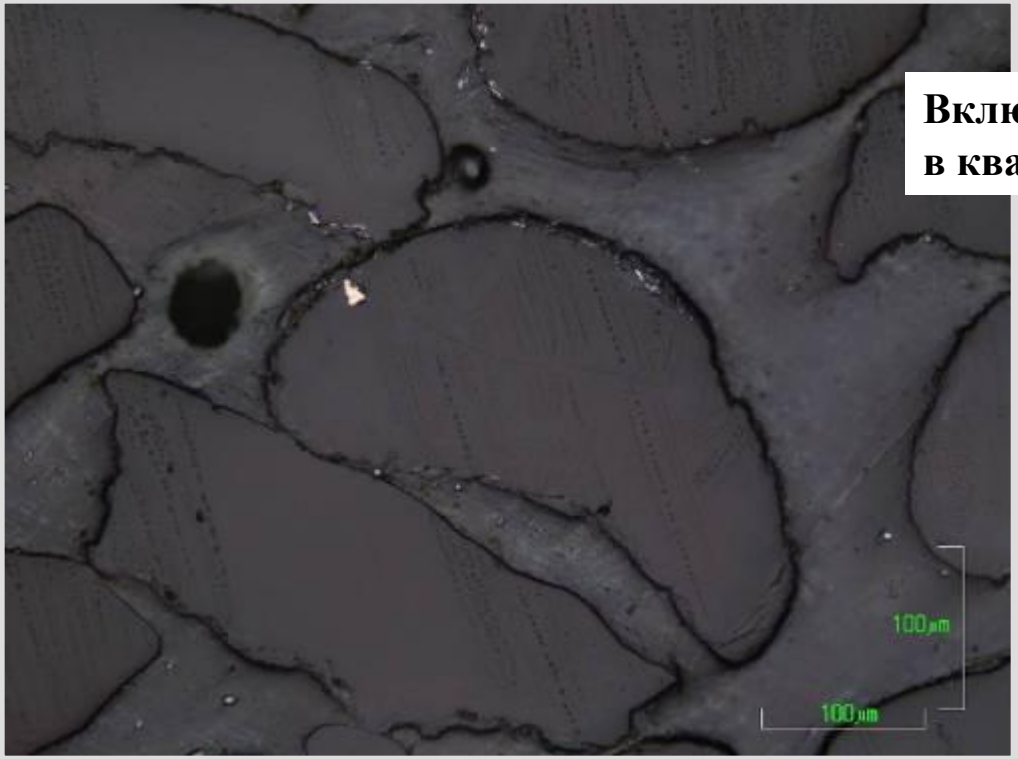


Чешуйка биотита (светло-серая пластинка в центре рисунка) в зерне кварца, месторождение Мураевня

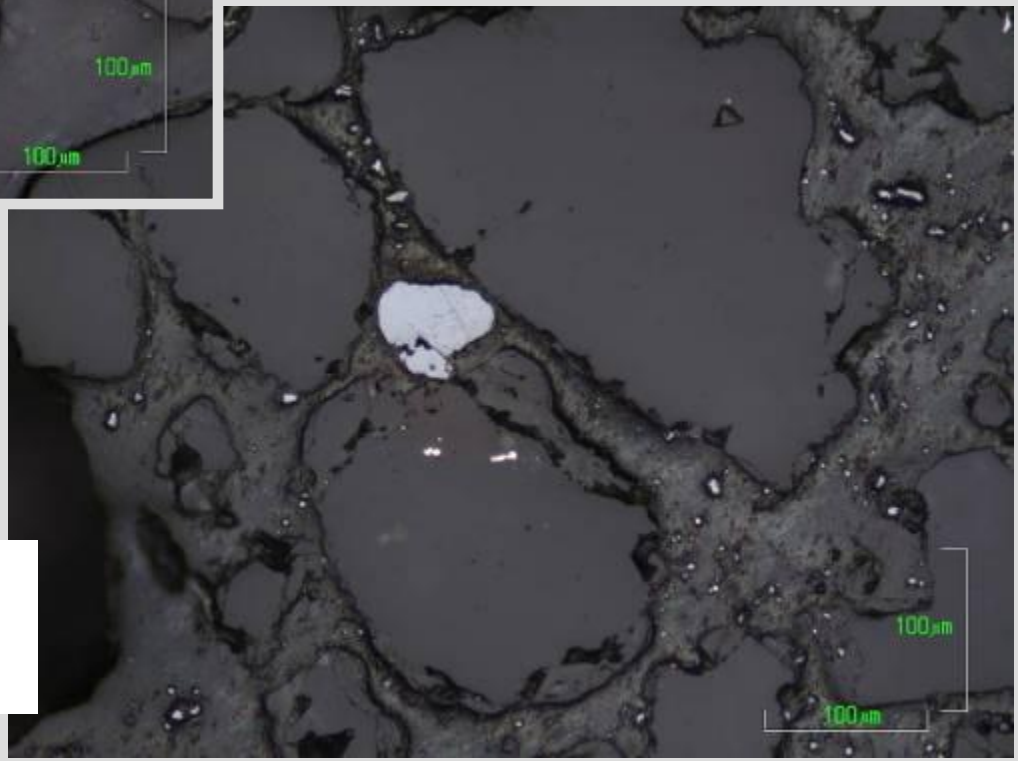


Кварц с многочисленными включениями биотита (в центре), рядом справа – зерно дистена, зеленое – нонтронит, черное – ильменит, Секеринские пески:

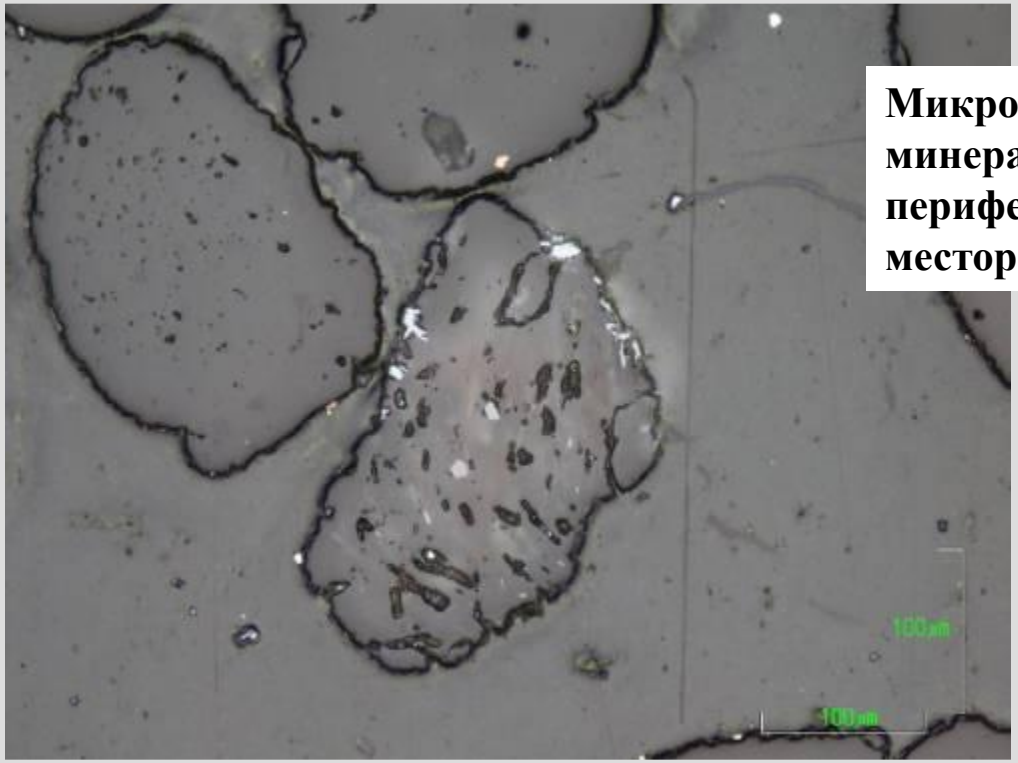
Вкрапления железистых сульфидов, магнетита и ильменита в кварце



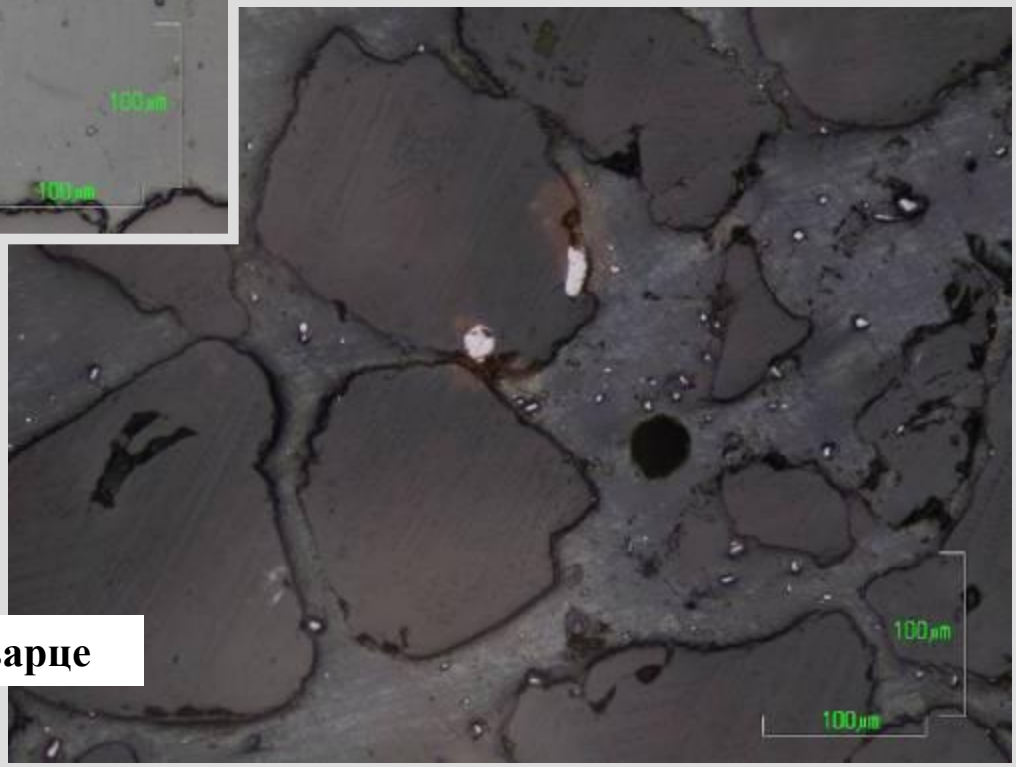
Включение пирита (яркое желтое) в кварце



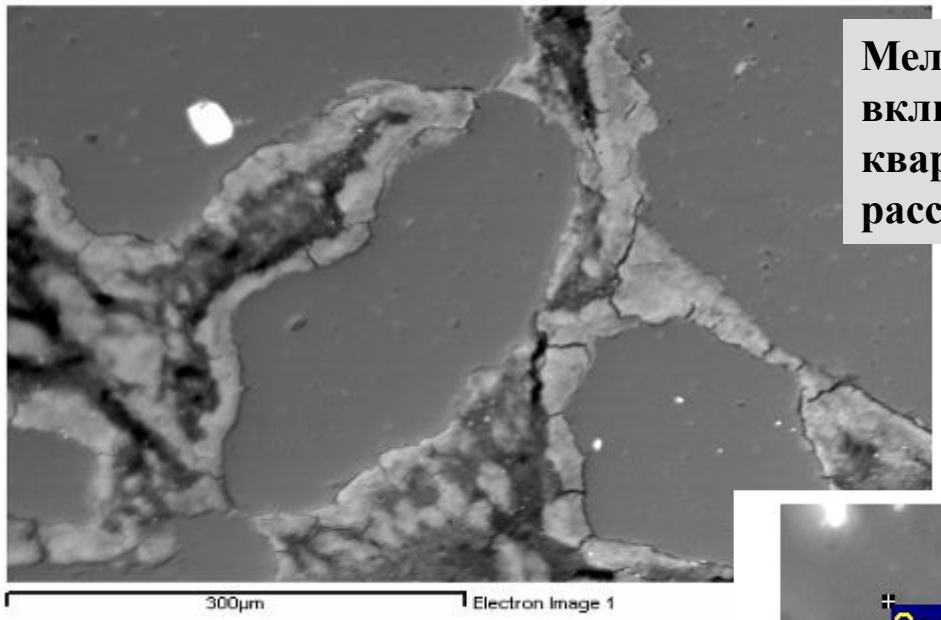
Мелкие включения пирита (желтовато-розоватое) в кварце, голубоватое – гидроксид железа



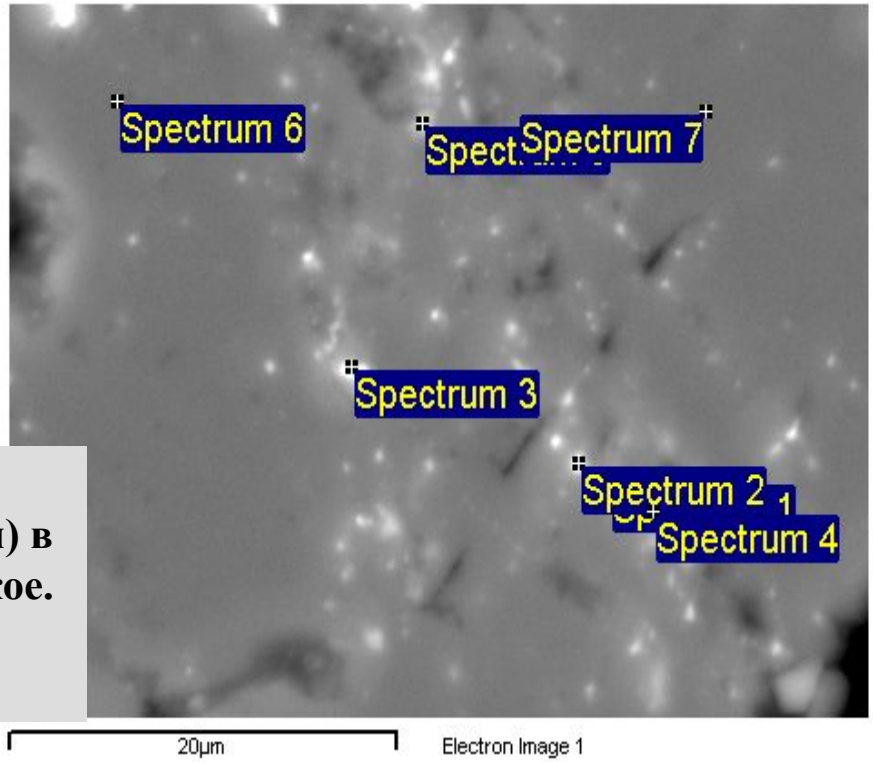
Микровключения железосодержащих минералов, расположенные внутри и по периферии кварцевого зерна месторождение Сухобезводненское



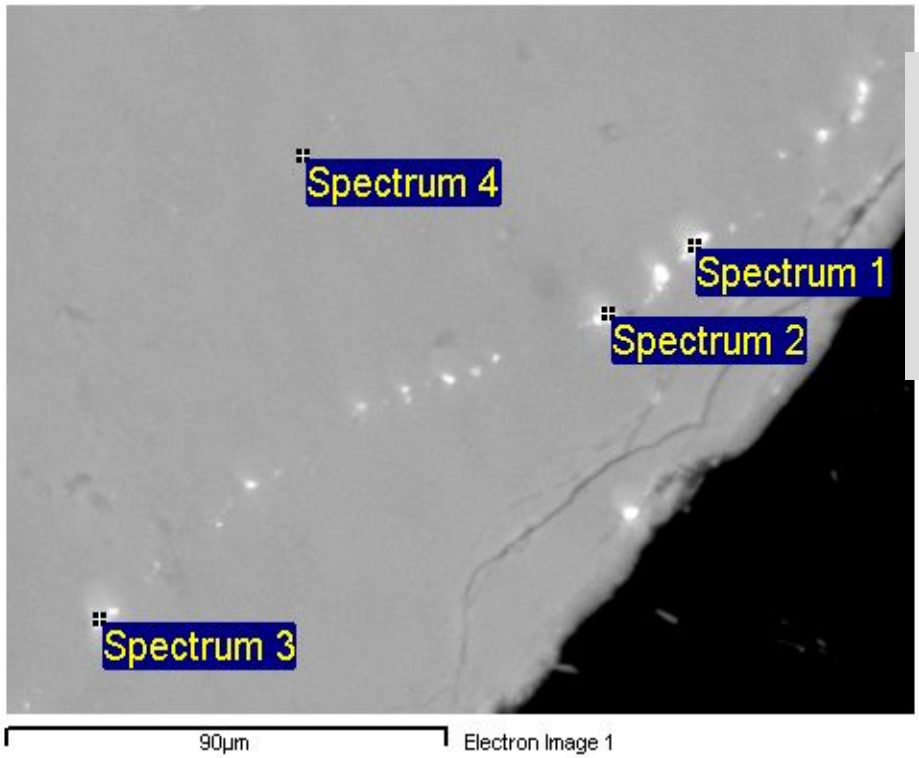
Включения ильменита (яркое) в кварце



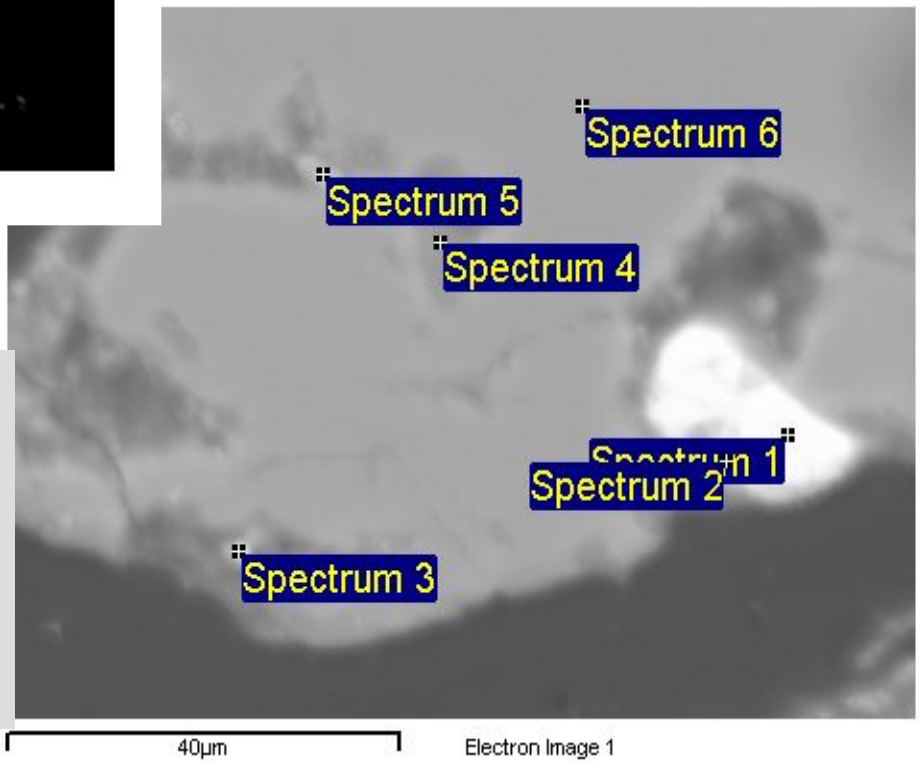
Мелкое и субмикроскопические включения магнетита (яркое) в зернах кварца. Изображение в обратно-рассеянных электронах



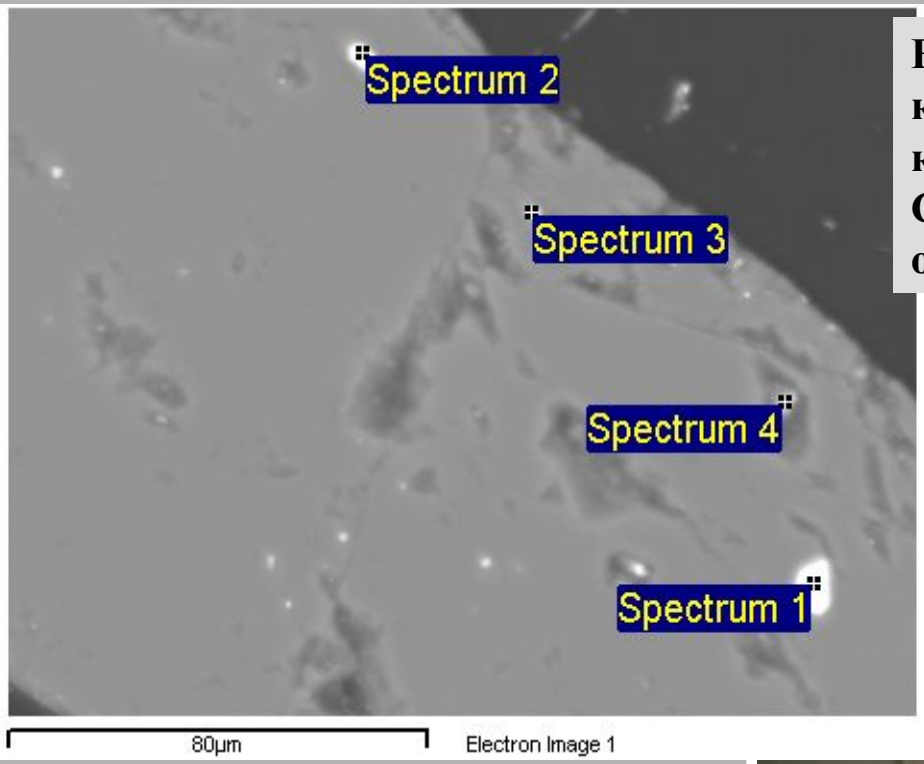
Субмикроскопическая сыпь барита, пирита и гематита (белые мелкие точки) в кварце месторождение Сухобезводненское. Изображение в обратно-рассеянных электронах.



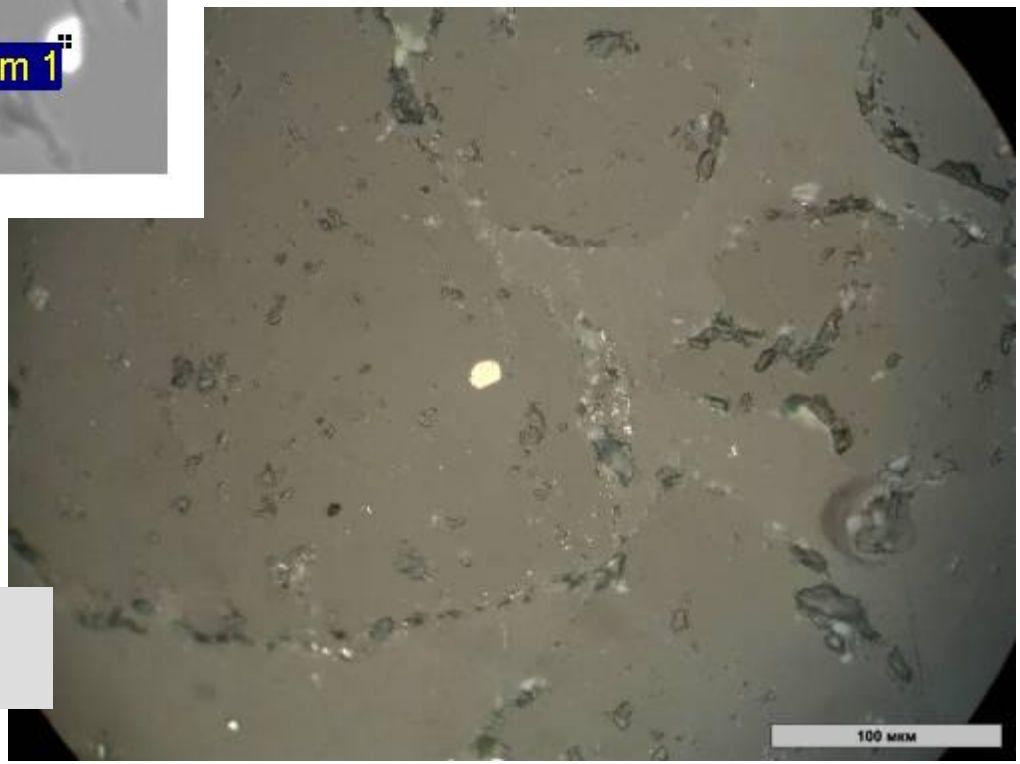
Субмикроскопические выделения цепочкой расположенных кристаллов магнетита и гематита вдоль края зерна кварца, месторождение Сухобезводненское, изображение в обратно-рассеянных электронах



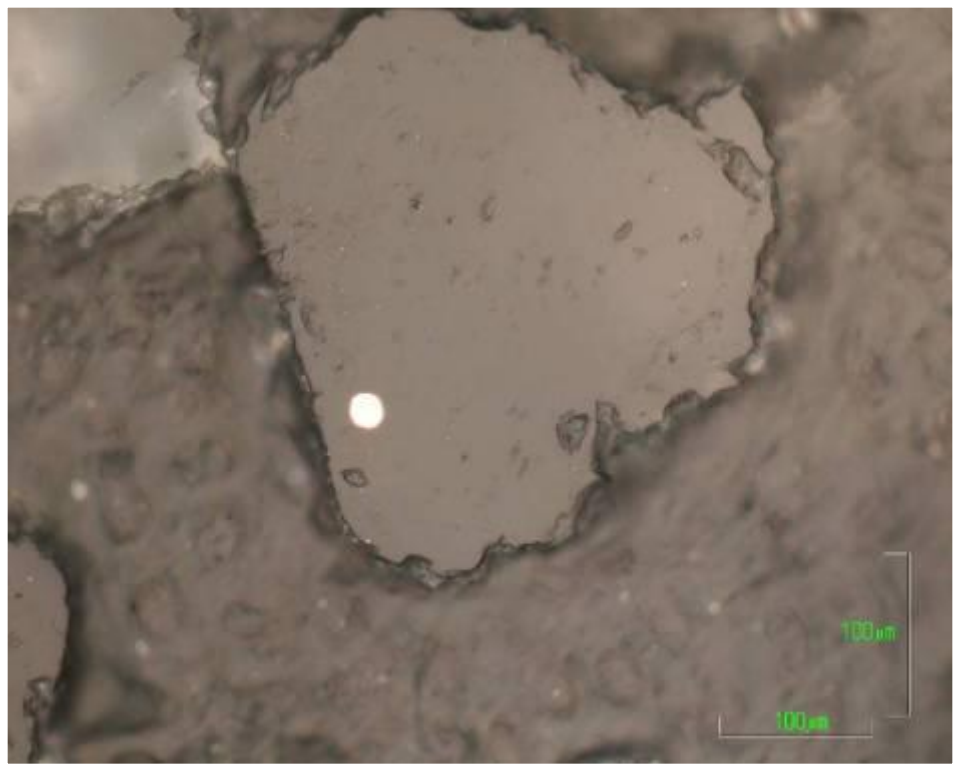
Зерно кварца (серое) в срастании с рутилом (Spectrum 1,2) и субмикроскопическими включениями оксидов железа (Spectrum 3, 5), месторождение Сухобезводненское. Изображение в обратно-рассеянных электронах. Аншлиф



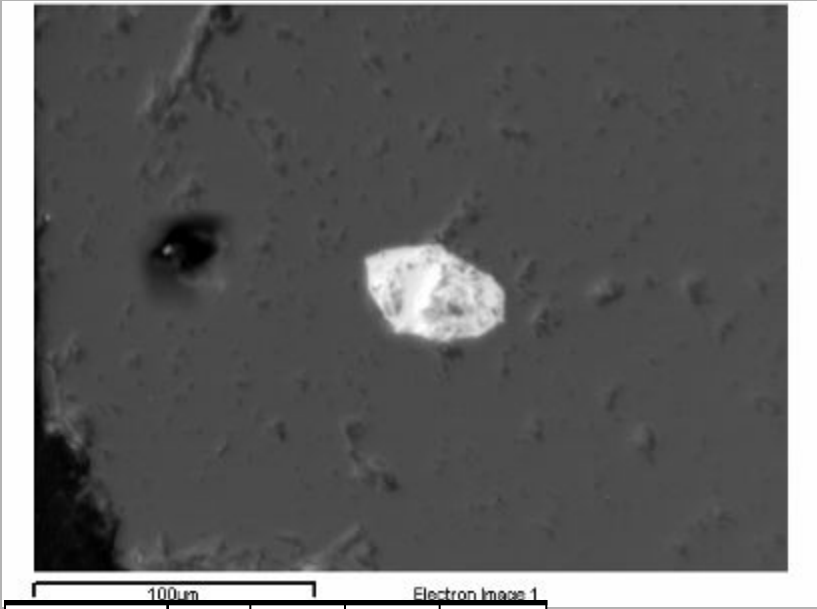
Включения зерен магнетита (яркое) в кварце, в том числе и по самому краю зерна, месторождение Сухобезводненское, изображение в обратно-рассеянных электронах



Включение пирита (яркое светлое) в кварце, месторождение Мураевня.

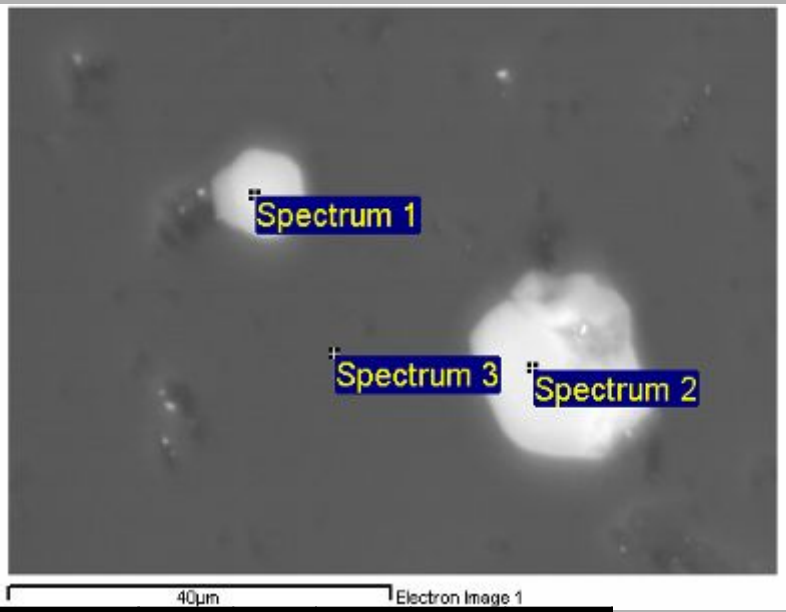


Включение пирита в кварце. Секеринские пески.



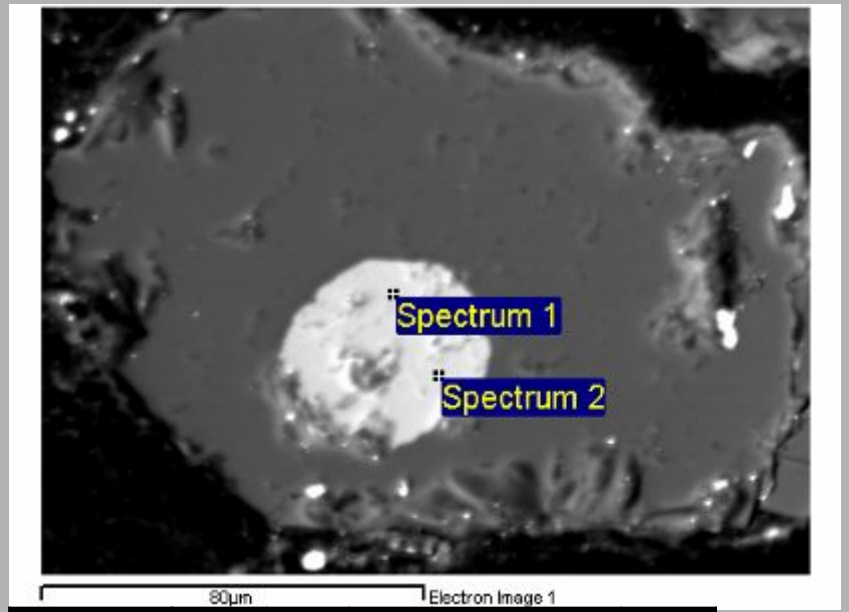
Spectrum	Si	S	Fe	Total
Spectrum 1	0,12	40,78	60,22	101,12
Spectrum 2	0,40	40,82	58,41	99,63

Кристалл пирротина в кварце, месторождение Мураевня, изображение в обратно-рассеянных электронах



Spectrum	Si	Ti	Fe	O	Total
Spectrum 1	1,62	0,62	68,23	31,58	102,05
Spectrum 2	0,19	0,14	70,86	30,76	101,96
Spectrum 3	47,72			54,37	102,09

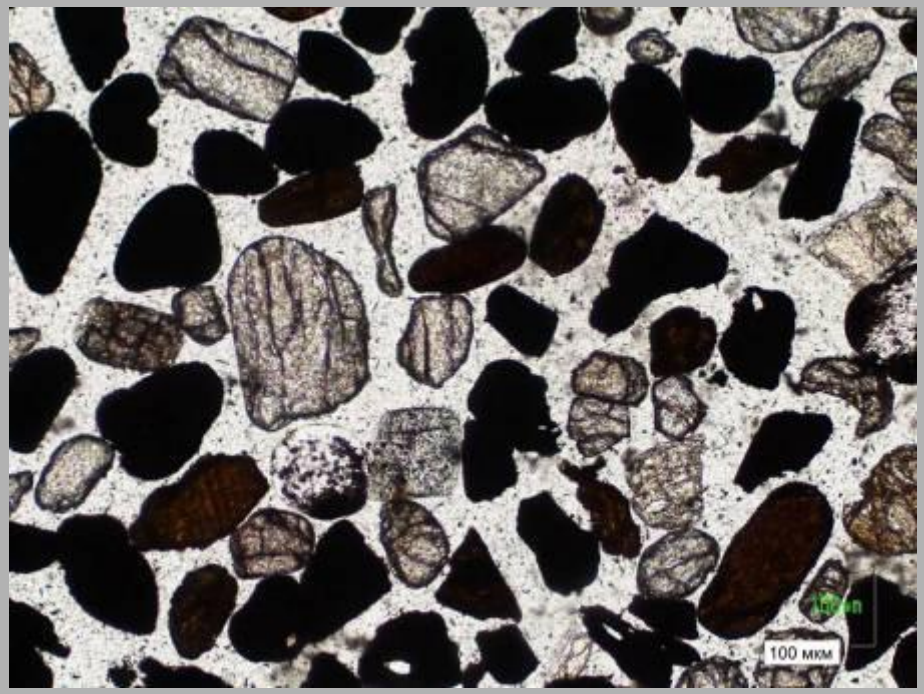
Кристаллы магнетита в кварце. Изображение в обратно-рассеянных электронах, месторождение Мураевня

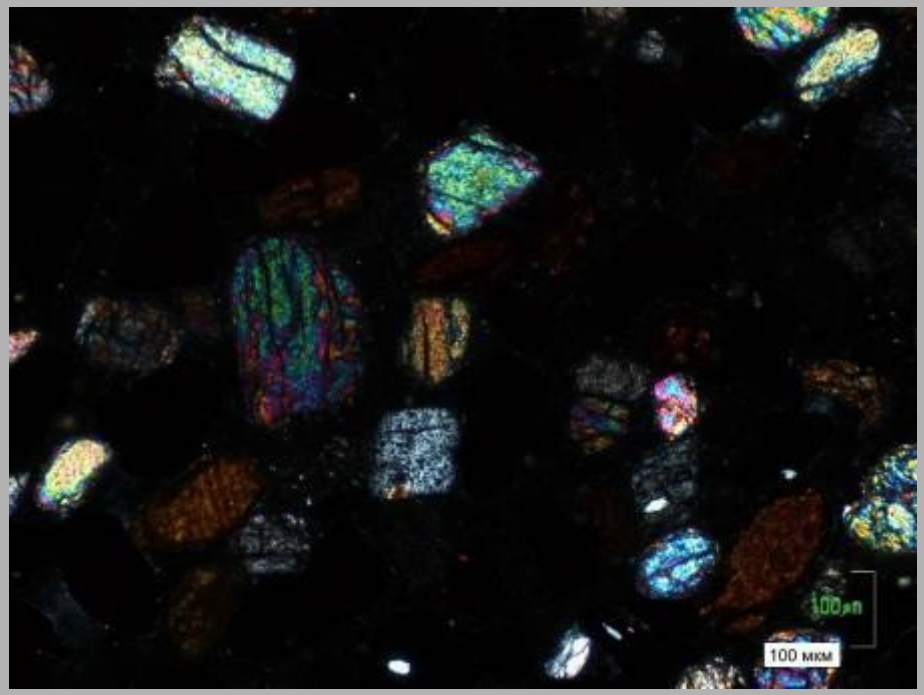


Spectrum	Ti	V	Mn	Fe	O	Total
Spectrum 1	27,86	0,38	1,03	39,86	30,51	99,63
Spectrum 2	27,54	0,39	0,84	40,21	30,34	99,32

Зерно ильменита в кварце. Изображение в обратно-рассеянных электронах, месторождение Мураевня

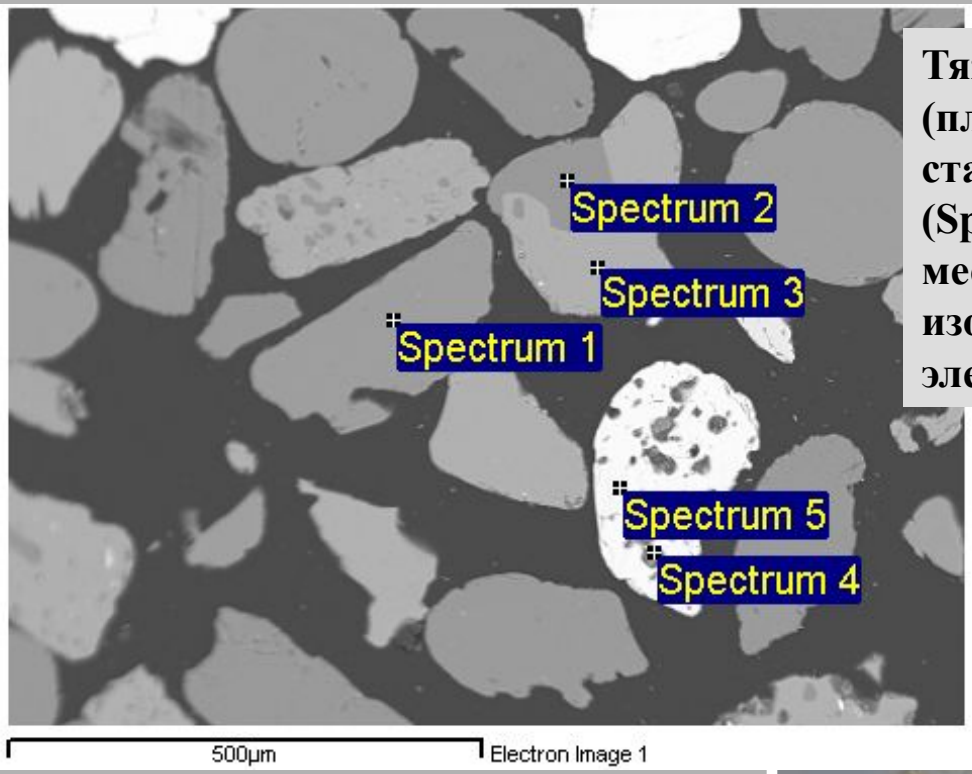
Минеральный состав продуктов технологической переработки



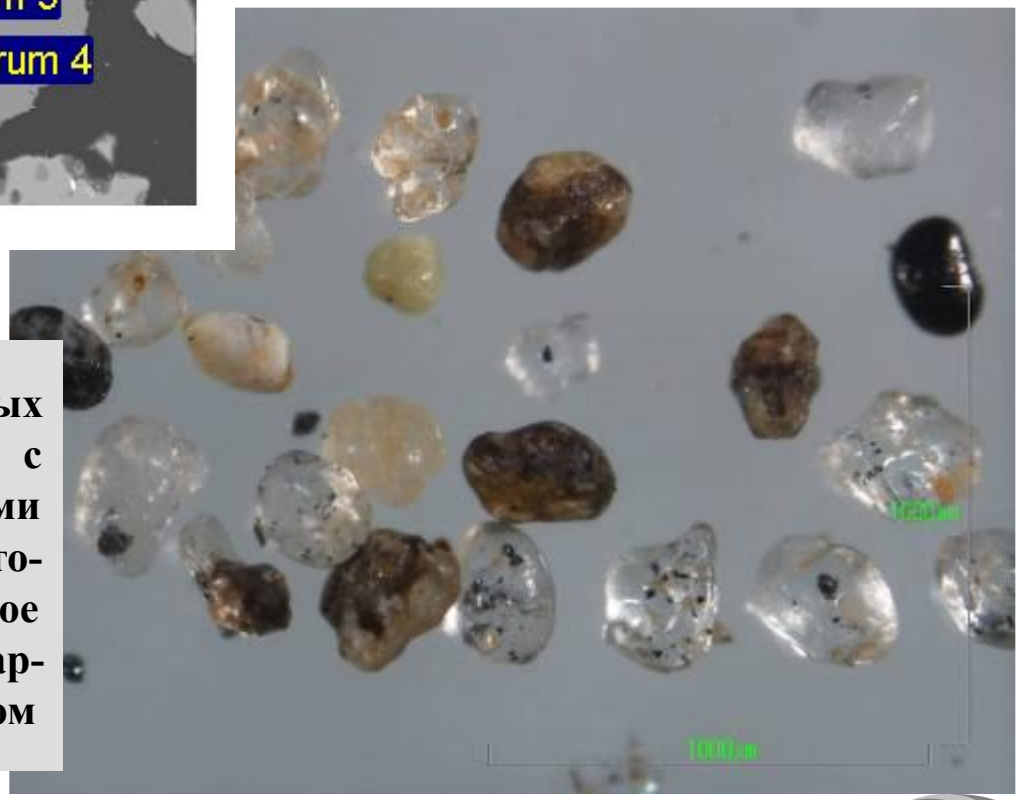


а **б**

Тяжелая фракция плотностью >4 г/см^3 , состоящая из ильменита, пирита, рутила и циркона месторождение Сухобезводненское. Шлиф а – изображение в проходящем свете, без анализатора, б – николи скрещены ильменит, пирит – черные зерна, рутил – в скрещенных николях просвечивает темно-бордовым цветом, циркон – в скрещенных николях с яркими цветами интерференции

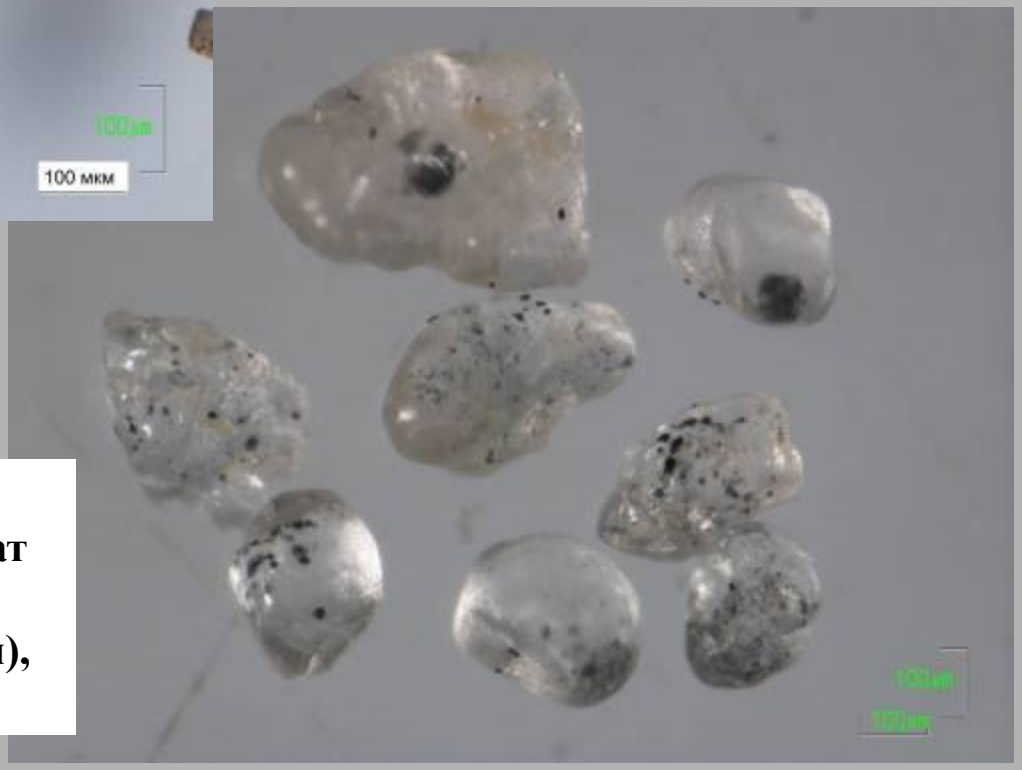


Тяжелая фракция кварцевых песков (плотность 2,9-4 г/см^3)., состоящая из ставролита (серые зерна), турмалина (Spectrum 1), ильменита (яркие зерна), месторождение Сухобезводненское, изображение в обратно-рассеянных электронах. Аншлиф



Электромагнитная фракция кварцевых песков. В продукте зерна кварца с многочисленными включениями магнетита, ставролит (коричневато-бурый), гранаты (розоватые) и единичное зерно ильменита (черное); пески Йошкар-Ола, изображение под стереомикроскопом

Электромагнитная фракция, состоящая из эпидота (верхний ряд), ильменита (средний ряд), ставролита (нижний ряд), месторождение Сухобезводненское



Зерна кварца с включениями железосодержащих минералов, препарат после 2-х стадийной кавитационной обработки (электромагнитная фракция), месторождение Сухобезводненское

Выводы по вещественному составу исходных песков

1. Химический состав исходной пробы песков, определенный химическим анализом, (%): SiO_2 - 97,23, Fe_2O_3 – 0,2, Al_2O_3 – 0,32, TiO_2 – 0,13.
2. Проба состоит в основном из кварца, представленного на 75-80% чистыми прозрачными и матовыми зернами, 5-7% - розовато-желтыми, пропитанными гидроксидами железа, 5-10% - трещиноватыми зернами с многочисленными примазками гидроксидов железа, 10 % - с примазками гидроксидов железа на поверхности зерен.
3. Основное количество железа сосредоточено в гидроксидах (35,42%) и связано с ильменитом и ильменорутилом (26,31%), в меньшей степени присутствует в магнетите (10,12%), ярозите (9,61%) и пирите (7,08%). С породообразующими минералами - ставролитом и гидробиотитом связано около 12% железа.
4. Большая часть минералов железа (ставролит, ильменит, титаномагнетит, гематит, ярозит) относится к тяжелой фракции и может быть удалена гравитацией. Железо, содержащееся в микротрещинах кварца, в занорышах и пустотах, микропленках, является трудноизвлекаемым и определяет содержание его в конечном продукте.
5. Часть железа сосредоточена в минералах, содержащих в той или иной степени железо, которые присутствуют в кварце в виде включений размером от 2 до 20 микрометров. К числу таких микровключений относятся пирит, пирротин, магнетит, гематит, биотит. Такие зерна кварца не извлекаются гравитацией, не удаляются оттиркой, не отражаются на величине магнитной восприимчивости кварца при малом количестве и определяют качество товарного продукта.
6. Основное количество алюминия сосредоточено в каолините, монтмориллоните, полевых шпатах и гидрослюдах.

Сортовой состав кварцевых песков

Месторождение	Марка песков	Доля, %
Сухобезводненское	стекольные пески ВС-030	не более 40-45
Йошкар-Ола	стекольные пески ВС-050 ВС-040	- около 30% - не более 15
Секеринское	стекольные пески ВС-050 формовочные пески $2К_2О_2025$ $1К_1О_1025$	-возможность получения из всех интервалов - без обогащения - после обогащения

Схема фазового анализа кварцевых песков

Фазовый анализ железа проводится для определения его доли, связанной со шламами, тяжелыми минералами и гидроксидными пленками. Все полученные продукты анализируются на железо. Доля железа, связанного с гидроксидными пленками и железосодержащими минералами, определяется в продуктах оттирки песков. Количество железа, связанного с тяжелыми минералами, устанавливается в продуктах гравитационного фракционирования песков, выполненного с помощью тяжелых жидкостей.

Картирование месторождений кварцевых песков по результатам фазового анализа

ЭСТАгео

Минералого-технологическое картирование представляет комплекс работ по изучению пространственной изменчивости вещественного состава, физико-механических и технологических свойств минерального сырья, осуществляемых на достаточном количестве малых технологических проб

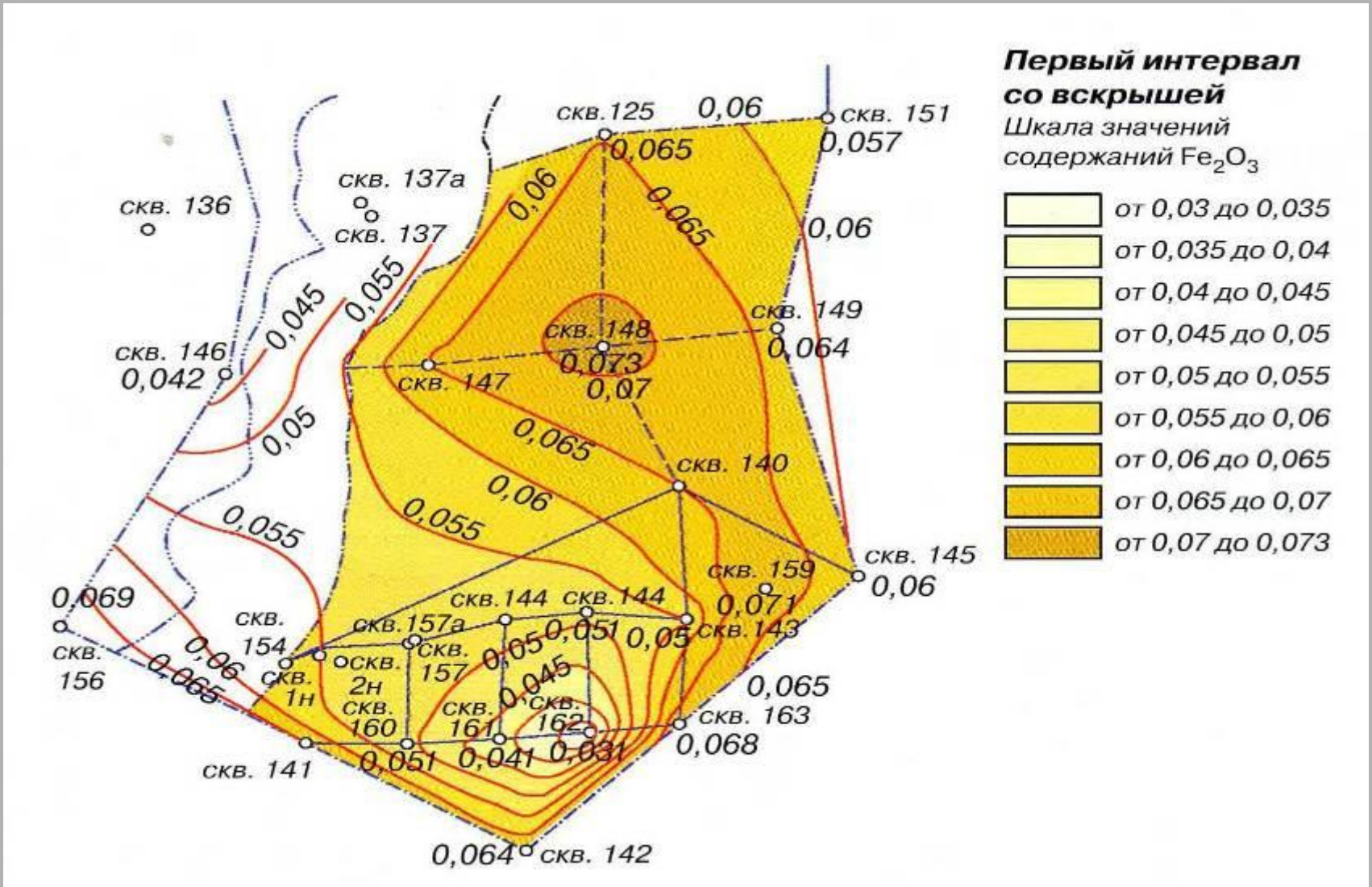
Требования к выполнению минералого-технологического картирования:

- обоснование числа представительных проб;
- объективность технологической оценки минерального сырья по малым пробам;
- сопоставимость технологических показателей по малым и большим пробам;
- достоверность полученных зависимостей показателей обогащения от вещественного состава;
- оптимальность объема выполненных работ (без излишеств и необоснованных сокращений).

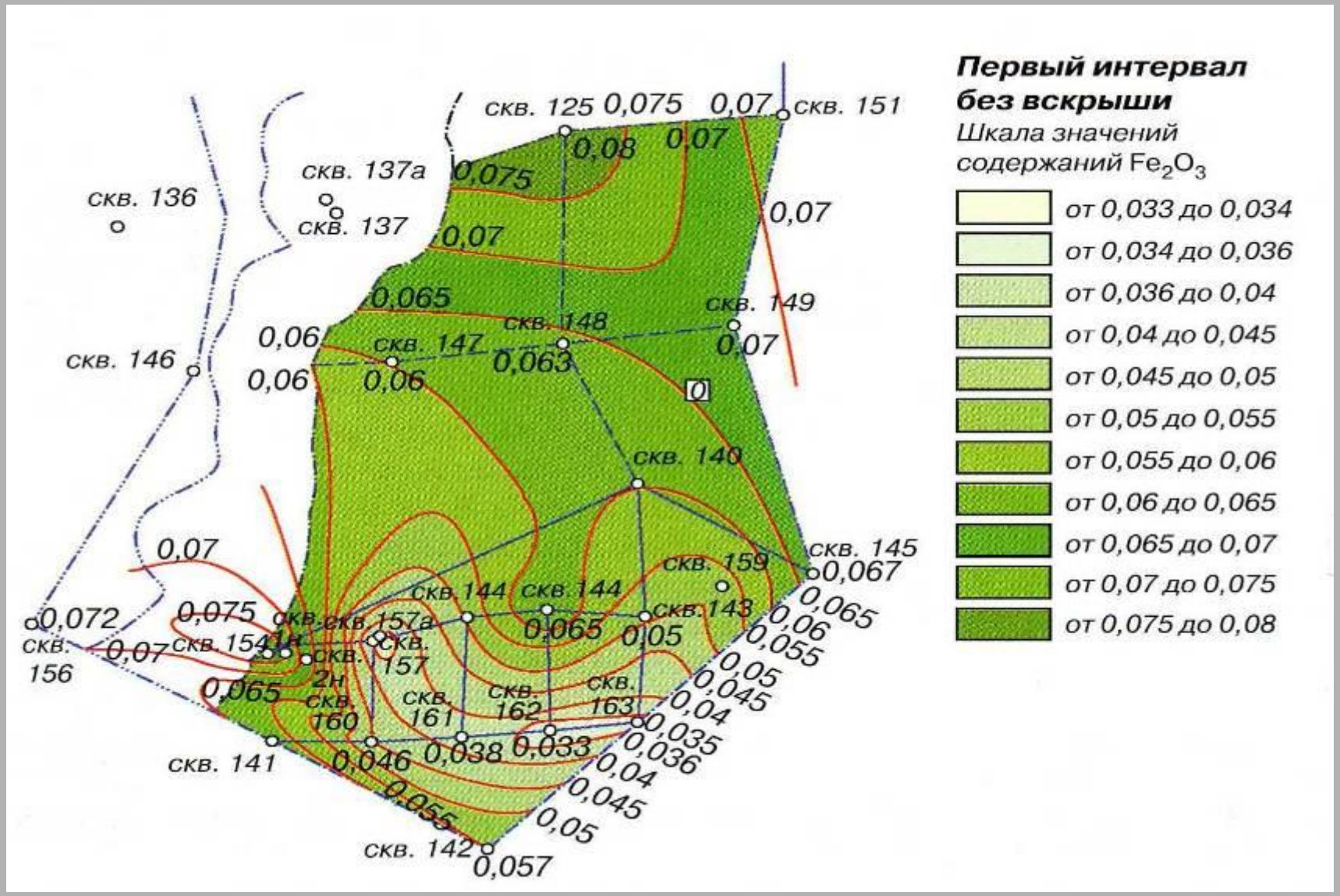
Важнейшими условиями, обеспечивающими объективное выделение технологических типов и сортов и определение изменчивости их состава и свойств, являются:

- точная пространственная привязка проб;
- проведение исследований каждого типа по единым стандартным схемам и методикам.

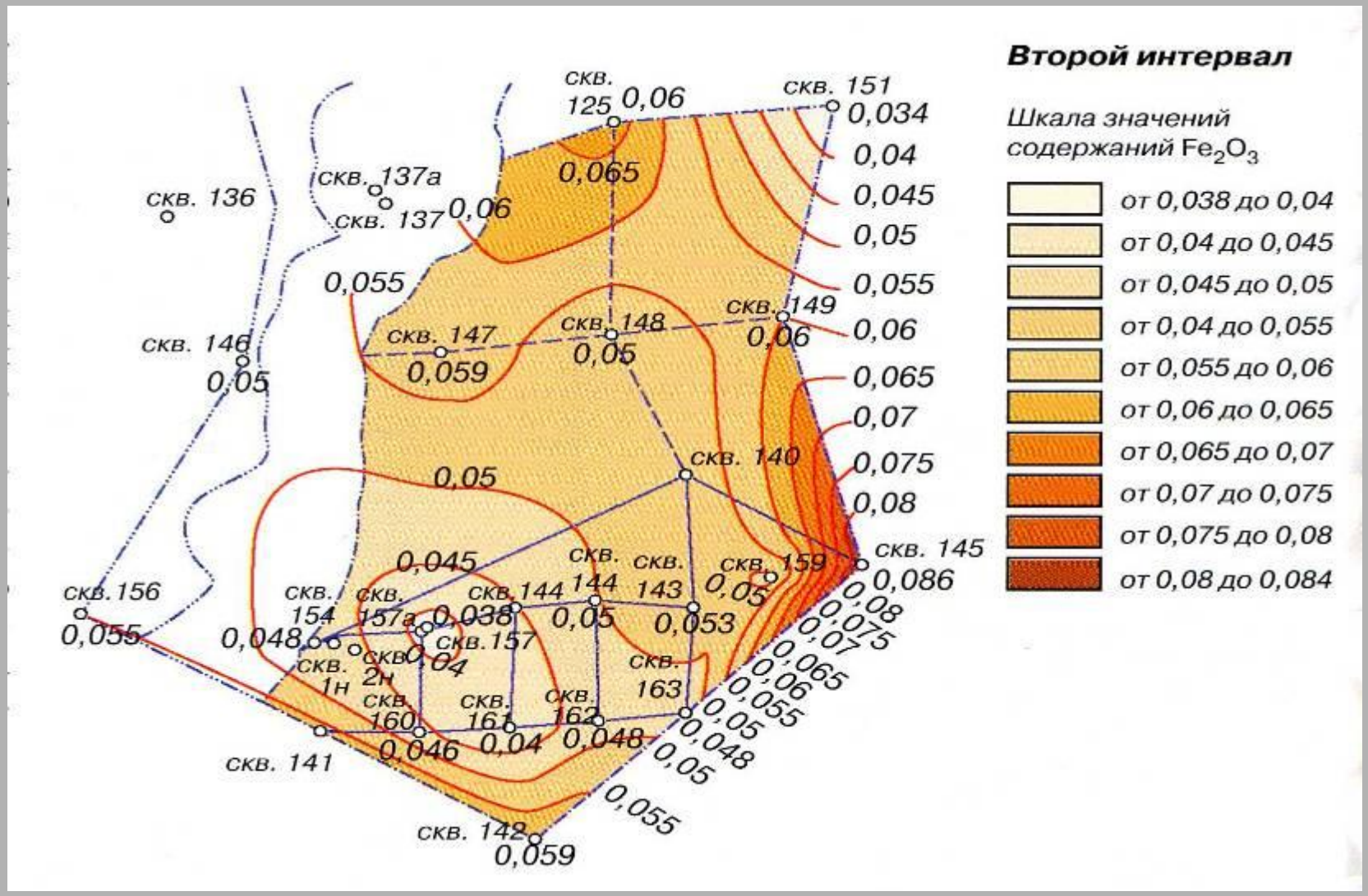
Результирующие технологические карты наносились на планы и разрезы <u>рудных</u> месторождений по показателям содержания и извлечения ценного компонента.



Изолинии содержаний оксида железа в легких фракциях в пробах первого интервала (со вскрышей)



Изолинии содержаний оксида железа в легких фракциях в пробах первого интервала (без вскрыши)



Изолинии содержаний оксида железа
в легких фракциях в пробах второго интервала

www.miningforum.ru