



ОБЩЕСТВО ЭКСПЕРТОВ РОССИИ ПО НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЮ



«НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ «МИСиС»

ЦЕНТР



ЭСТАгео

ЭКСПЕРТНЫХ СИСТЕМ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО АУДИТА
НЕДРОПОЛЬЗОВАНИЯ

**Особенности современной
технологической оценки кварцевых
песков для стекольной промышленности**

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:	65 (без групповых проб) 217 (с групповыми пробами)

Методы переработки кварцевых песков



Сепарационные:

- оттирка;
- гравитация;
- магнитная сепарация.

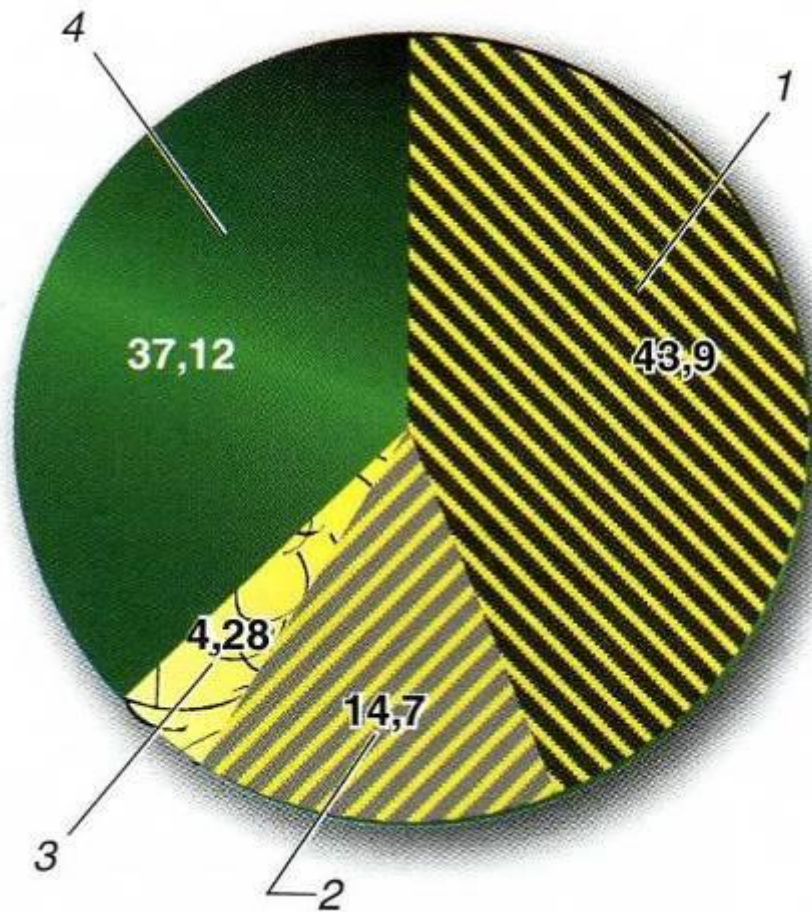


Классифицирующие:

- 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.

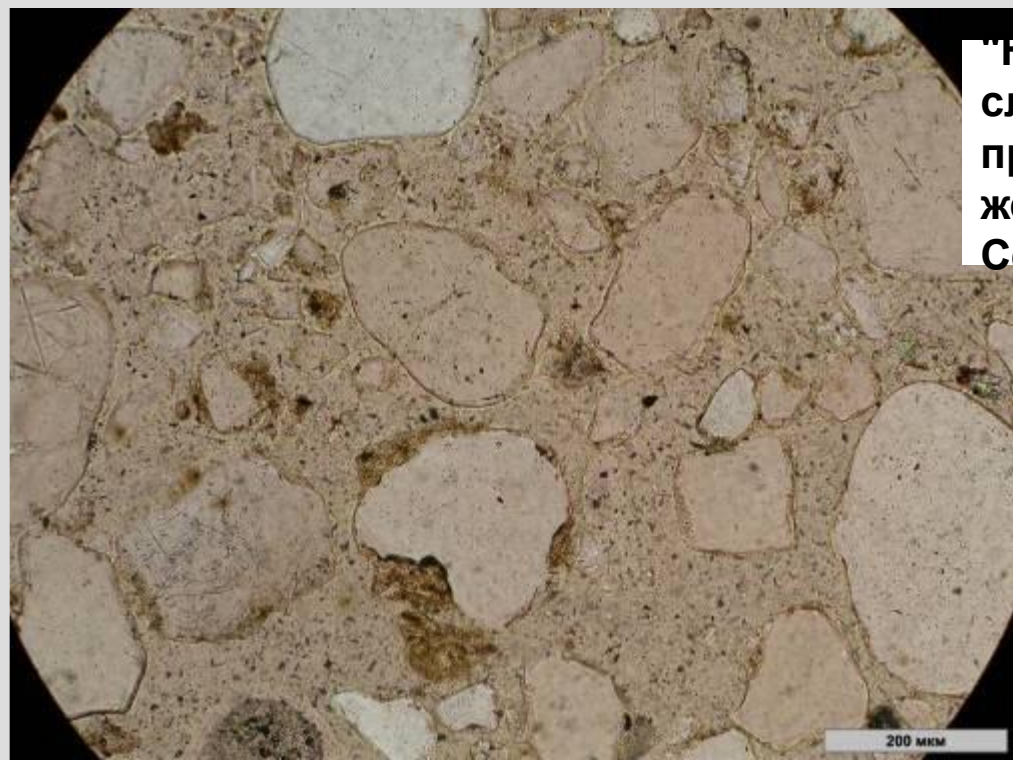
**Гидроксиды железа и глинисто-слюдисто-
железистые агрегаты в кварце и
на поверхности зерен кварца**

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



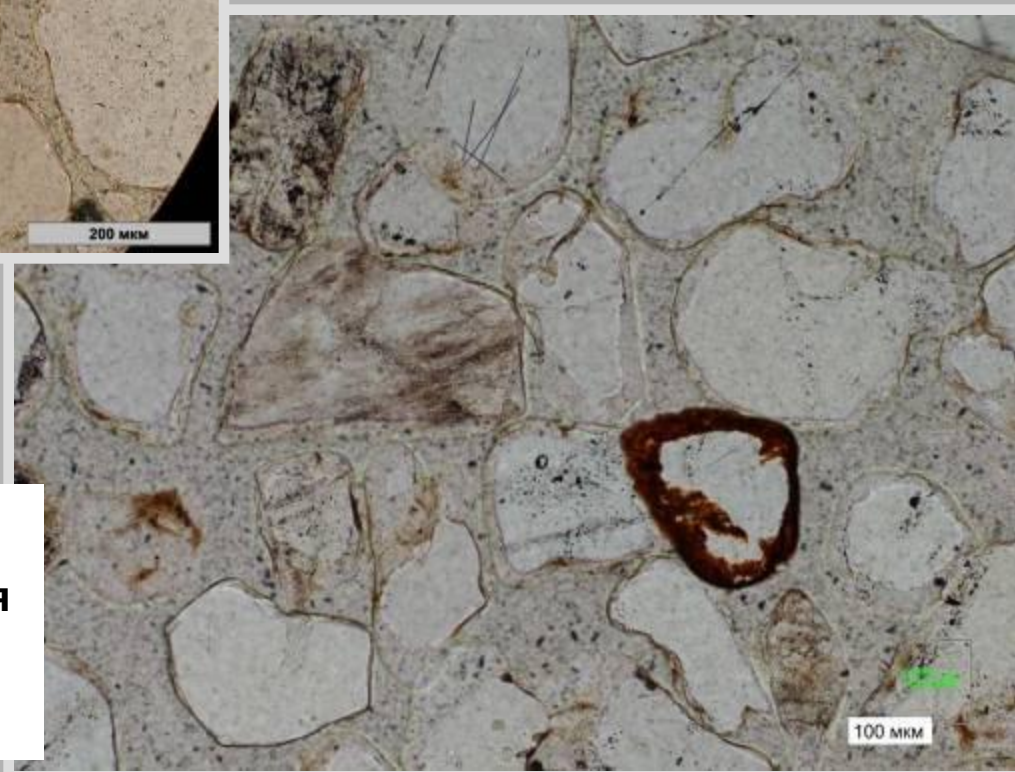
**Зерна кварца с налетами и
корками гидроксидов железа на
поверхности и в углублениях,
единичный индивид гидроксида
железа (коричневато-бурое внизу
справа), пески «Йошкар-Ола»;
изображение под
стереомикроскопом**

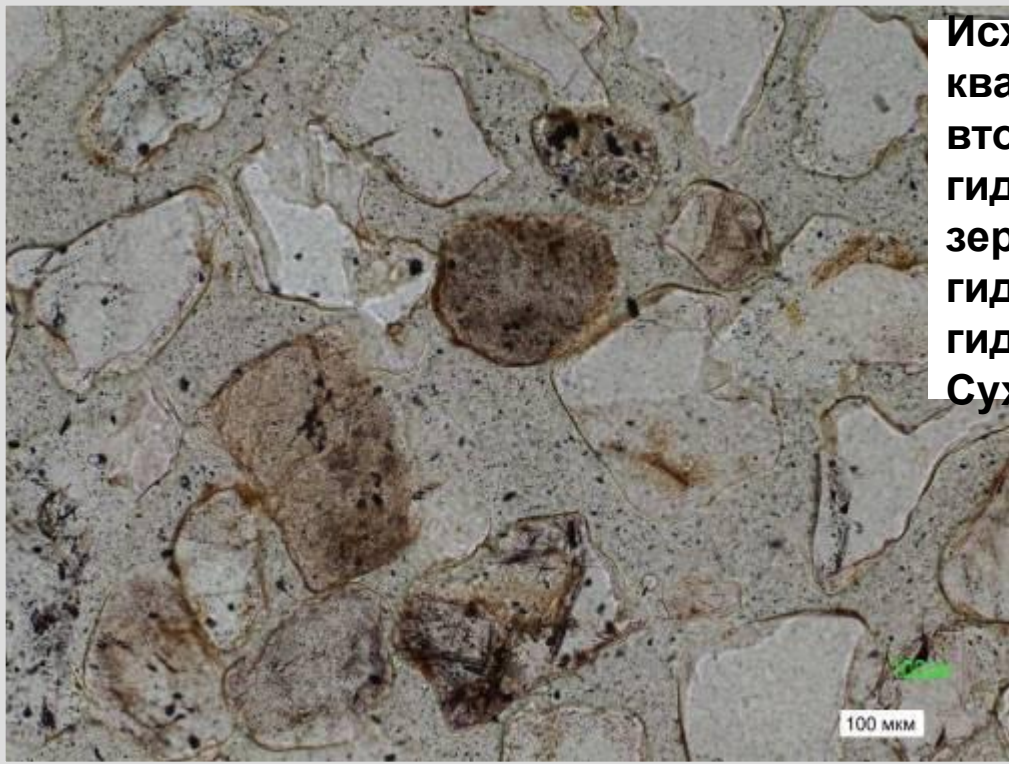




“Налипание” глинисто-слюдистых агрегатов, пропитанных гидроксидами железа, на зернах кварца, Секеринские пески.

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



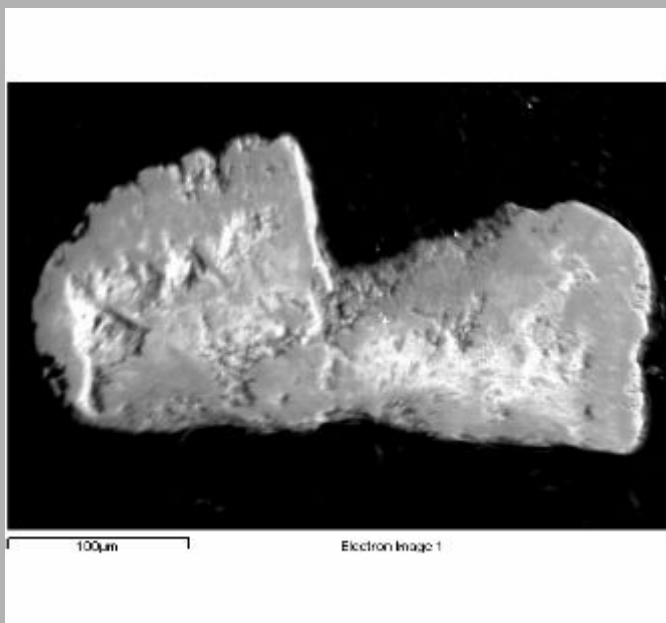


Исходные пески. В центре – три зерна кварца, перекристаллизованного до вторичного кварцита и пропитанного гидроксидами железа. Отдельные зерна кварца покрыты пленками гидрослюд, пропитанных гидроксидами железа, месторождение Сухобезводненское.

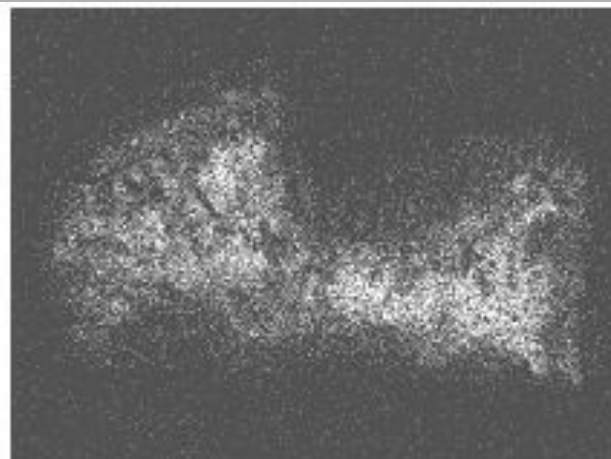


Гидроксиды железа с гидрослюдами (красновато-бурое) в виде заливчиков в зерне кварца. В центре – зерно кварца в "рубашке" каолинита, месторождение Мураевня

а

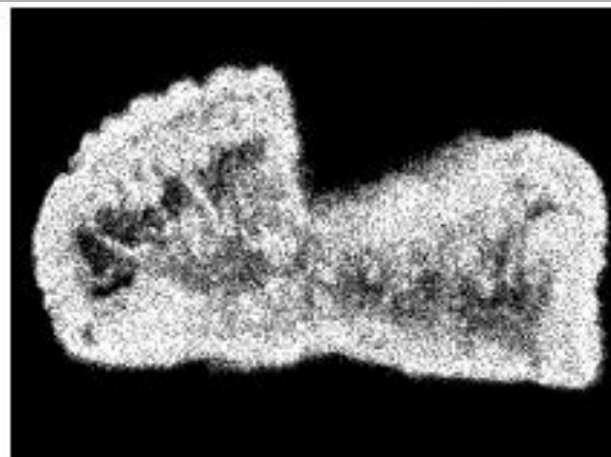


б



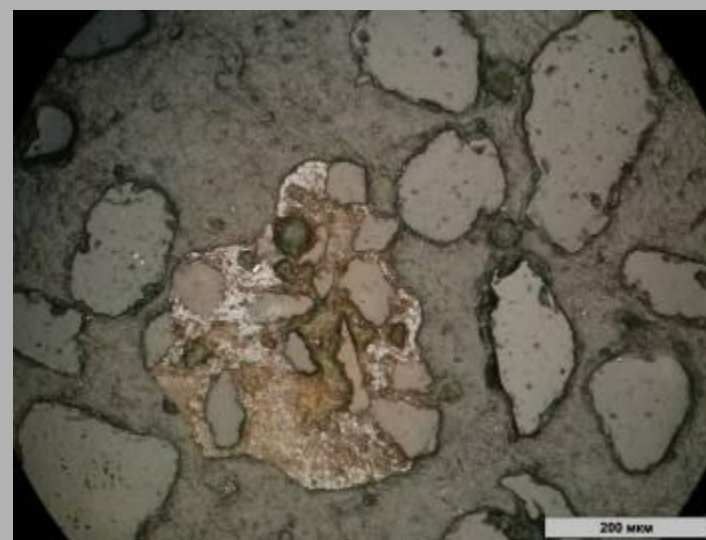
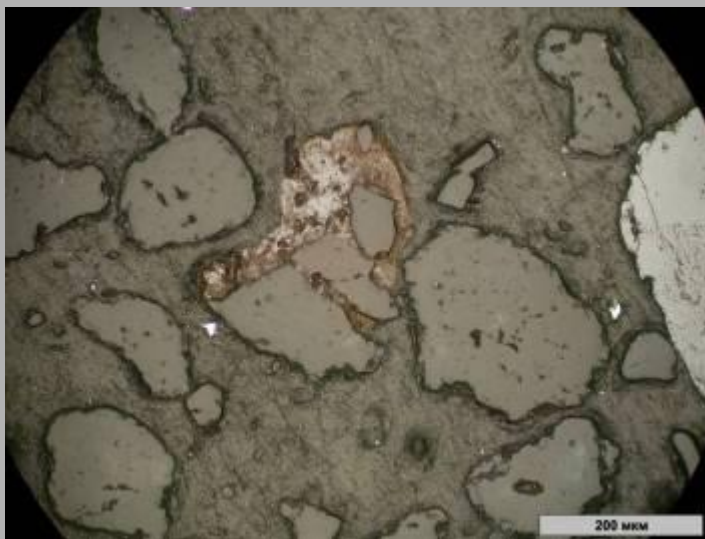
Iron Ka1

в

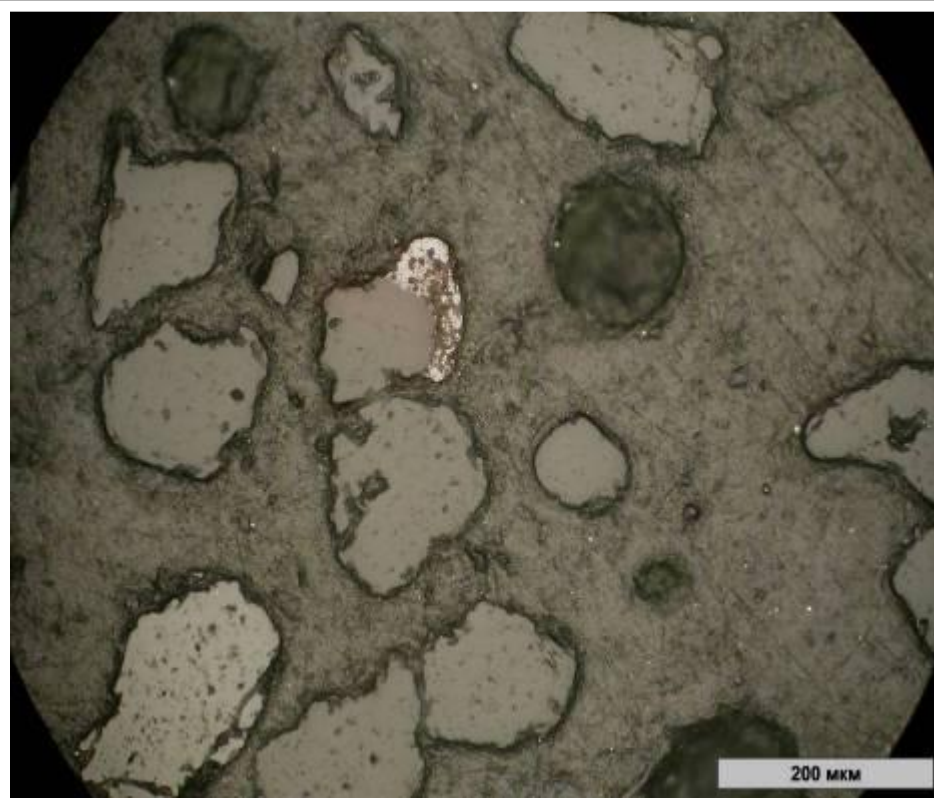


Silicon Ka1

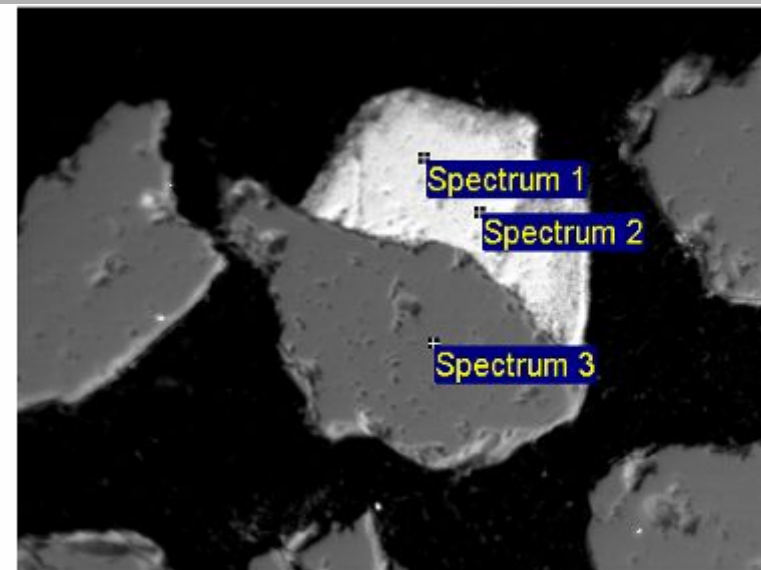
Кварц, пропитанный гидроксидами железа, месторождение Мураевня
а – изображение в обратно-рассеянных электронах; б-в – изображения в характеристических излучениях отдельных элементов (б - железа, в - кремния).



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



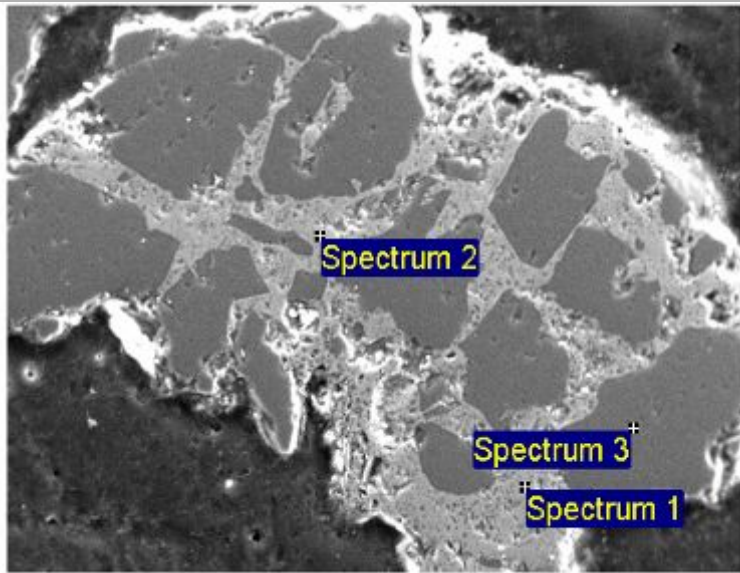
Нарост гидроксидов железа (светлое) на зерне кварца, месторождение Муравеня.



200µm Electron Image 1

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

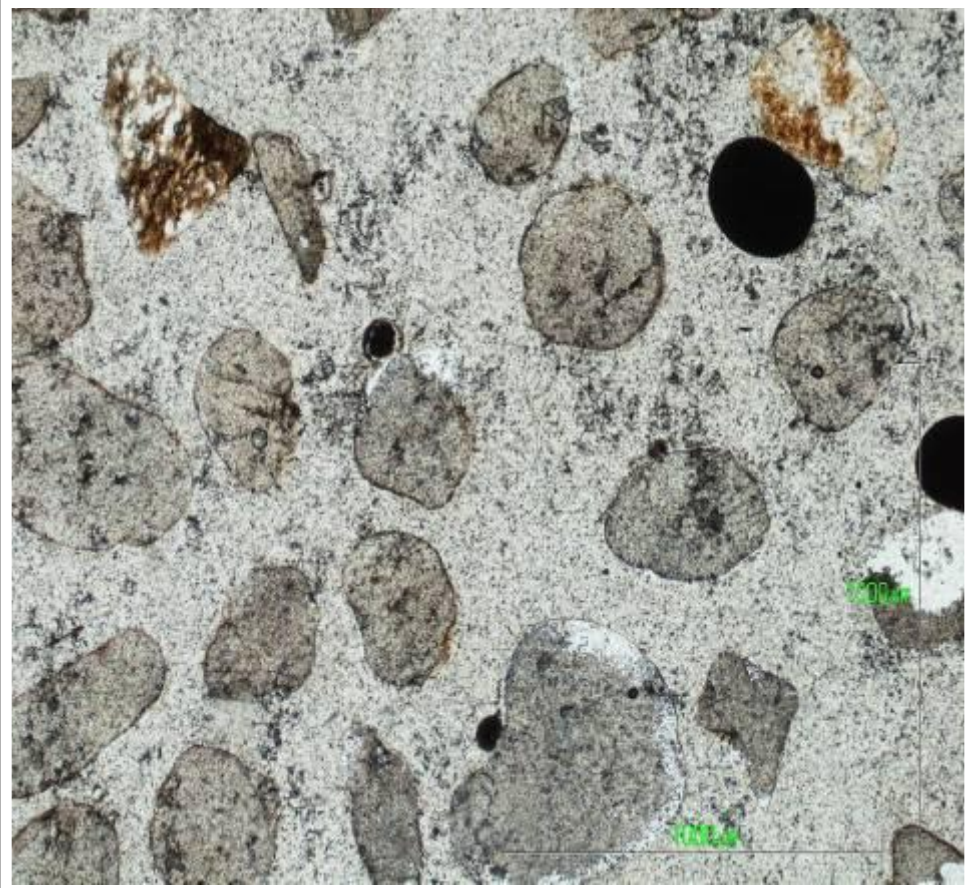
Срастание кварца (Spectrum 3) с гидроксидами железа (Spectrum 1 и 2) месторождение Муравеня. Изображение в обратно-рассеянных электронах. Брикет



100µm Electron Image 1

Spect-ru m	Al	Si	P	Ca	Ti	V	M n	Fe	O	Tota l
Spect-ru m 1	1, 2	0,6 9	0, 4	0, 2	0, 3	0, 2	0, 2	53, 2	25, 9	82,6 9
Spect-ru m 2	1, 1	0,7 4	0, 5	0, 2	0, 1	0, 1	0, 1	53, 6	25, 9	82,7 2
Spect-ru m 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.

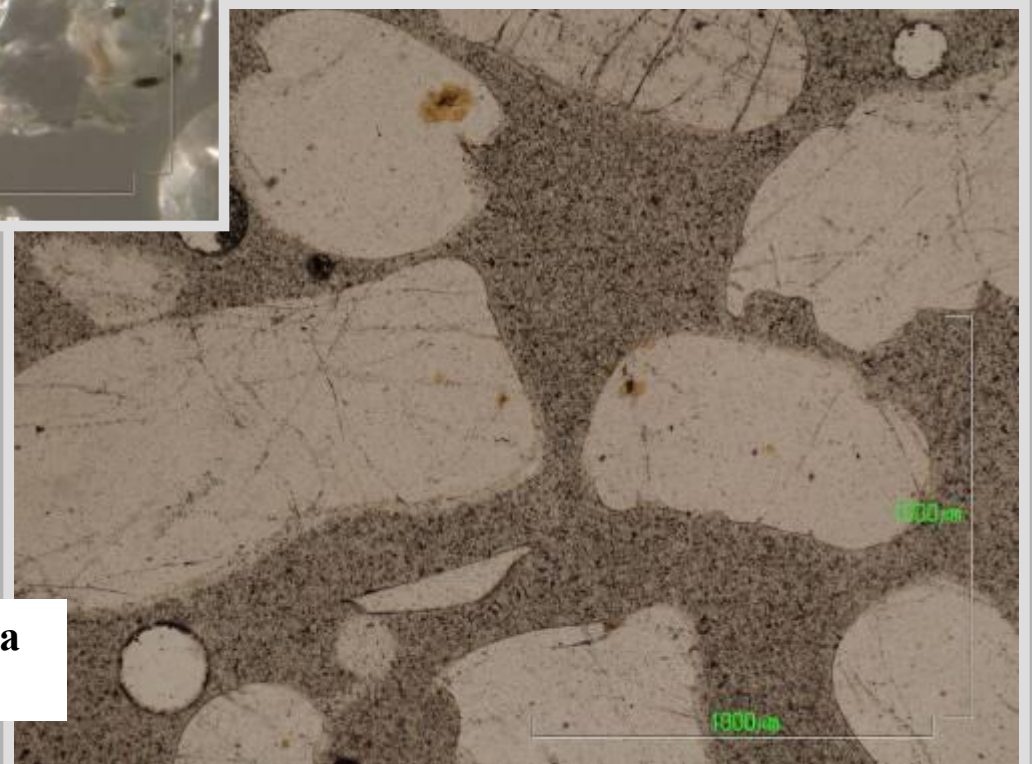


Обломки кварц-полевошпатовых агрегатов, пропитанных гидроксидами железа (бурые в верхней части снимка), пески Йошкар-Ола

Включения в кварце железосодержащих породообразующих минералов

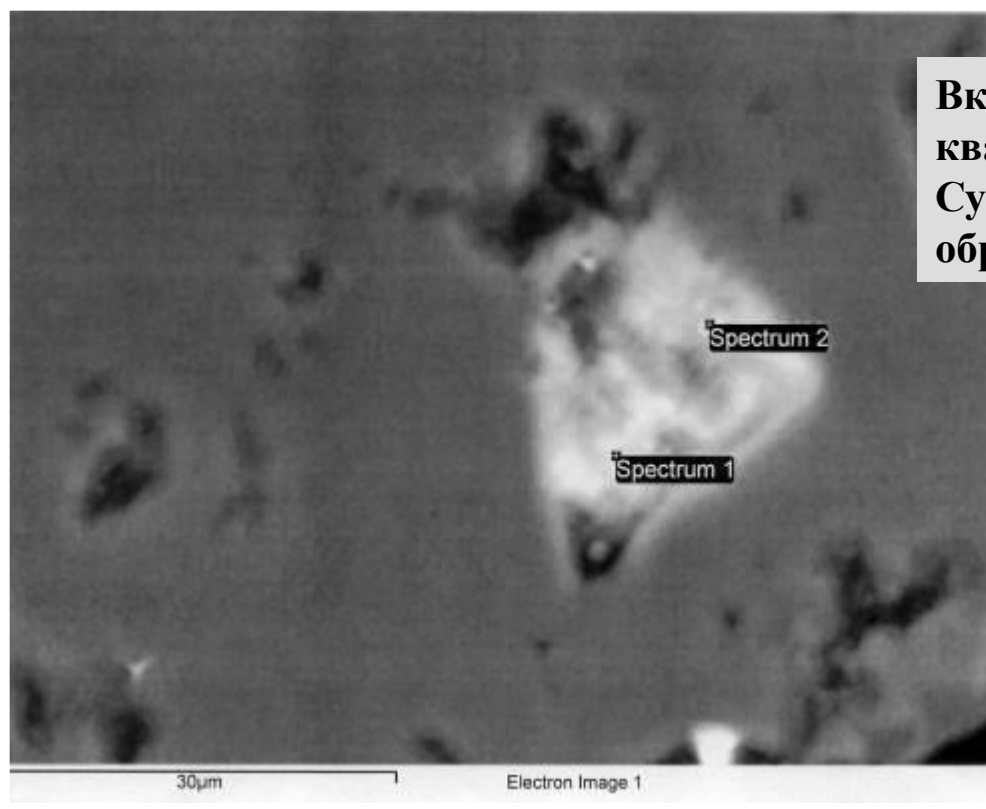


Немагнитная фракция основной магнитной сепарации. В прозрачных зернах кварца включения темноцветных минералов (черное), вероятно, ставролита, месторождение Сухобезводненское

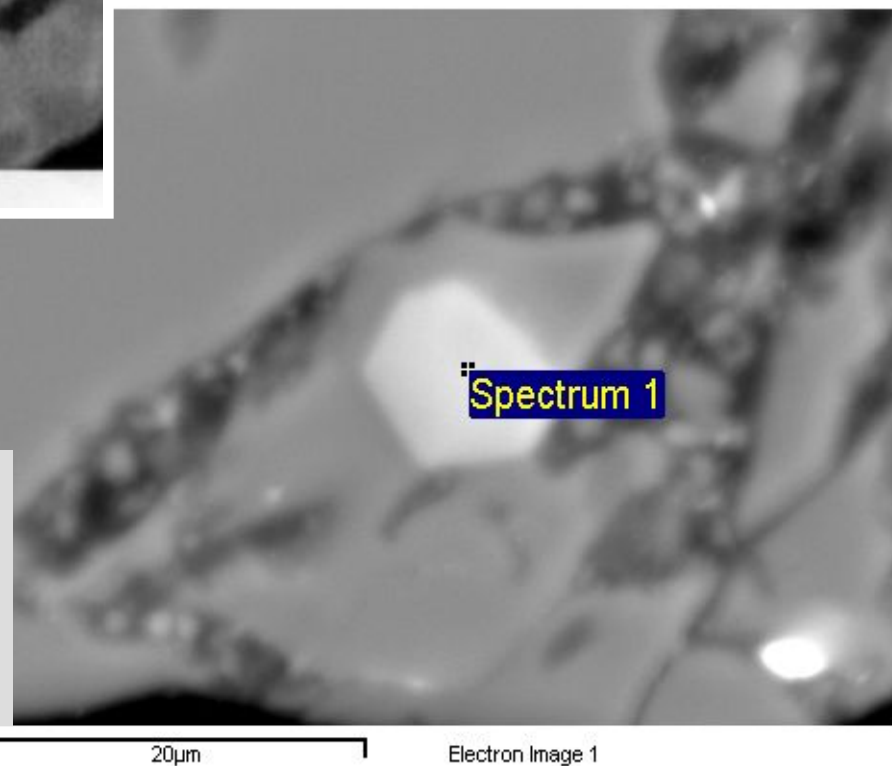


Мелкие включения гидробиотита (светло-коричневое) в кварце

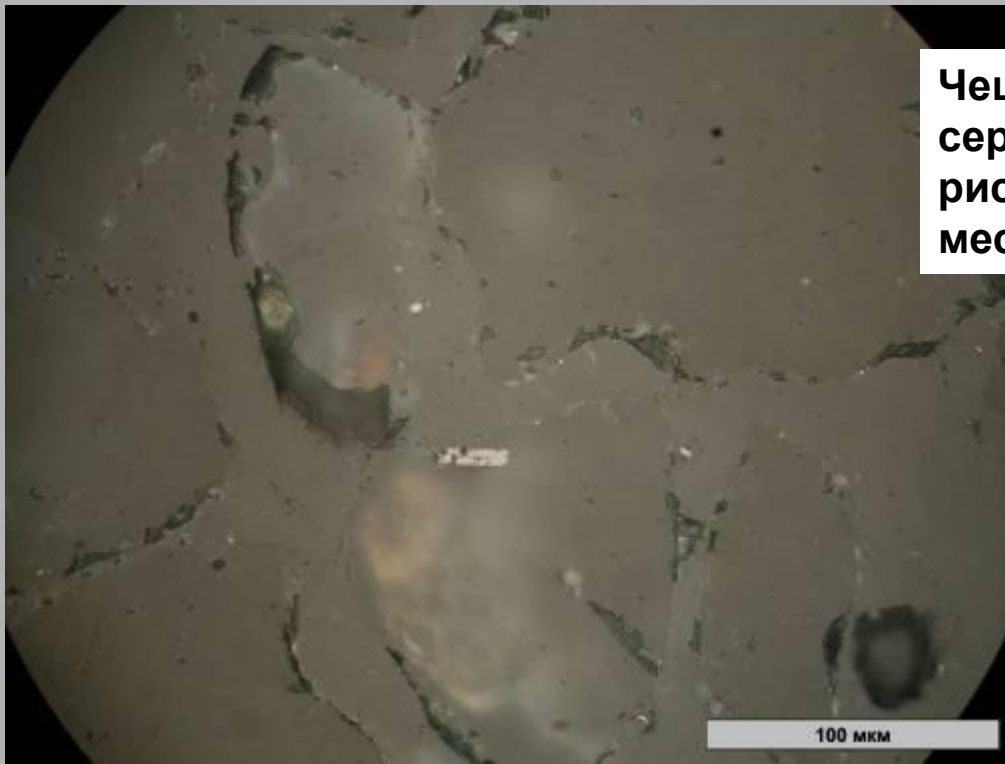
Включение турмалина (яркое) в кварце, месторождение Сухобезводненское. Изображение в обратно-рассеянных электронах.



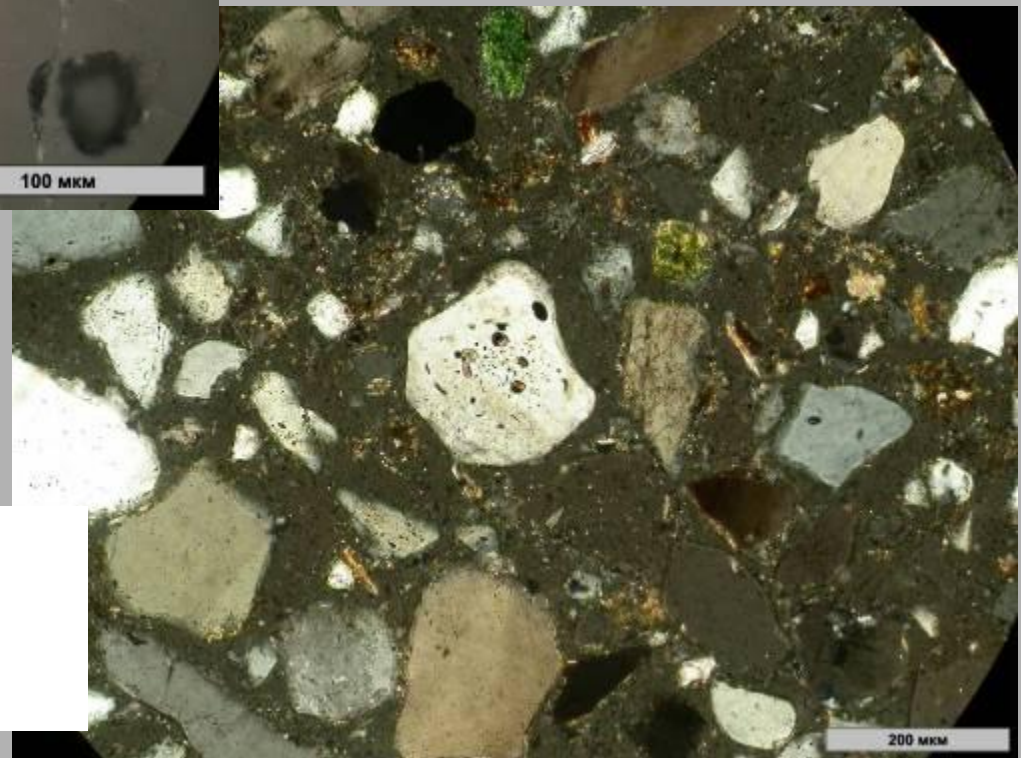
Включение кристалла эпидота (Spectrum 1) в кварце, месторождение Сухобезводненское. Изображение в обратно-рассеянных электронах.



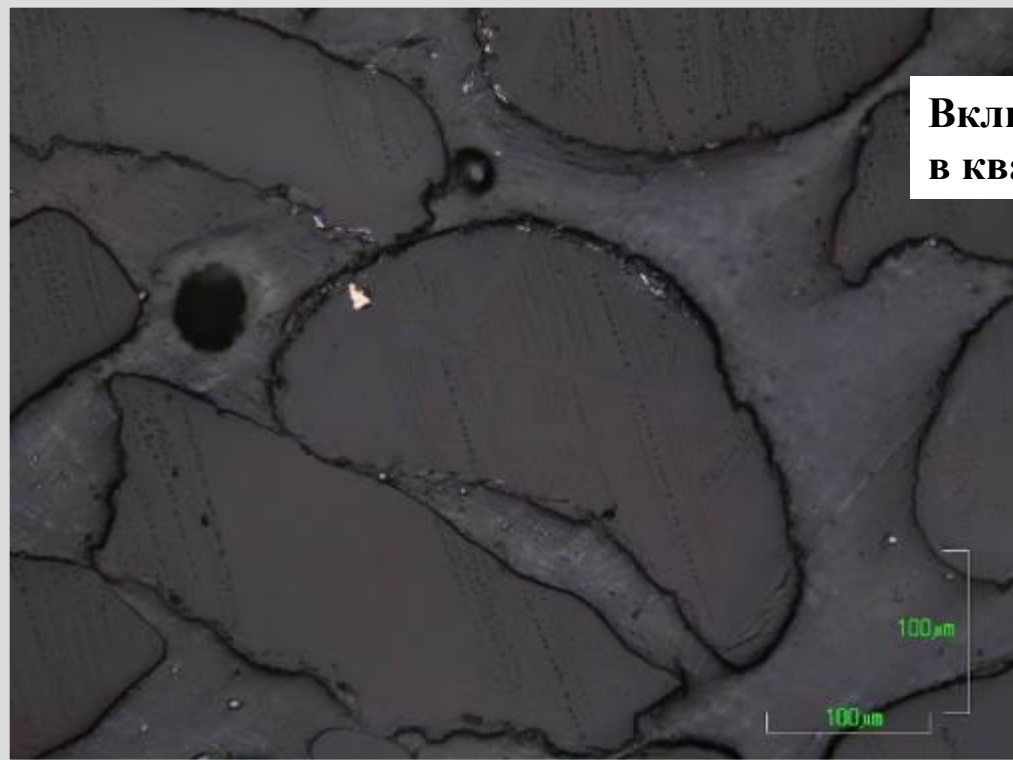
Чешуйка биотита (светло-серая пластинка в центре рисунка) в зерне кварца, месторождение Мураевня



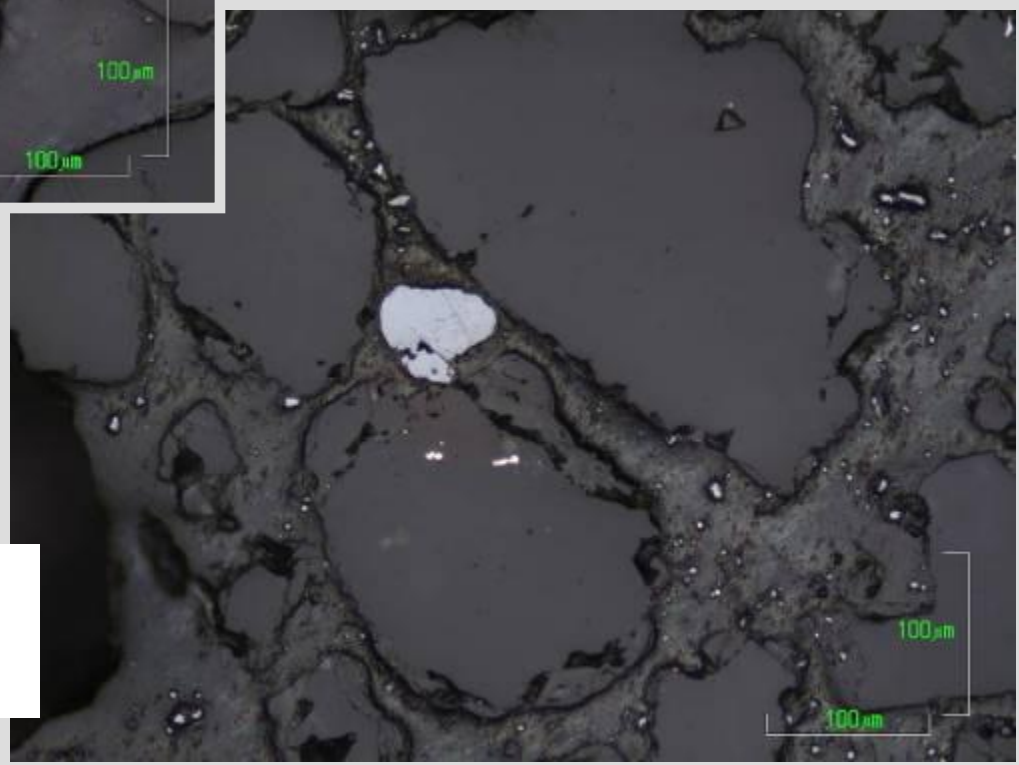
Кварц с многочисленными включениями биотита (в центре), рядом справа – зерно дистена, зеленое – нонтронит, черное – ильменит, Секеринские пески:



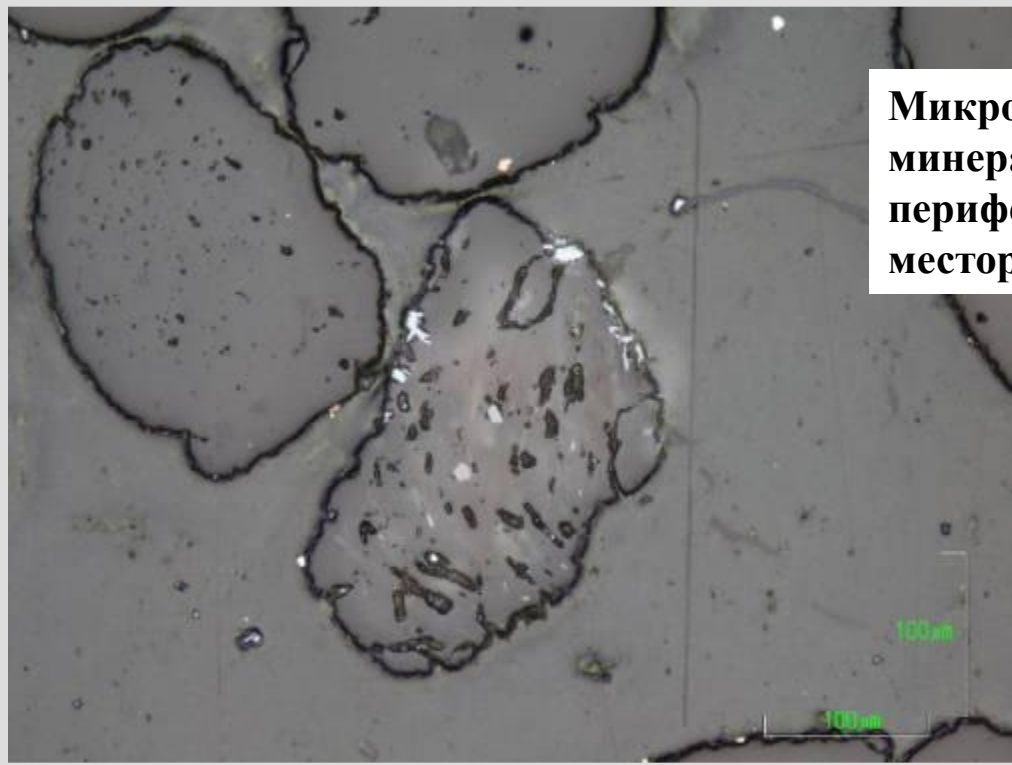
Вкрапления железистых сульфидов, магнетита и ильменита в кварце



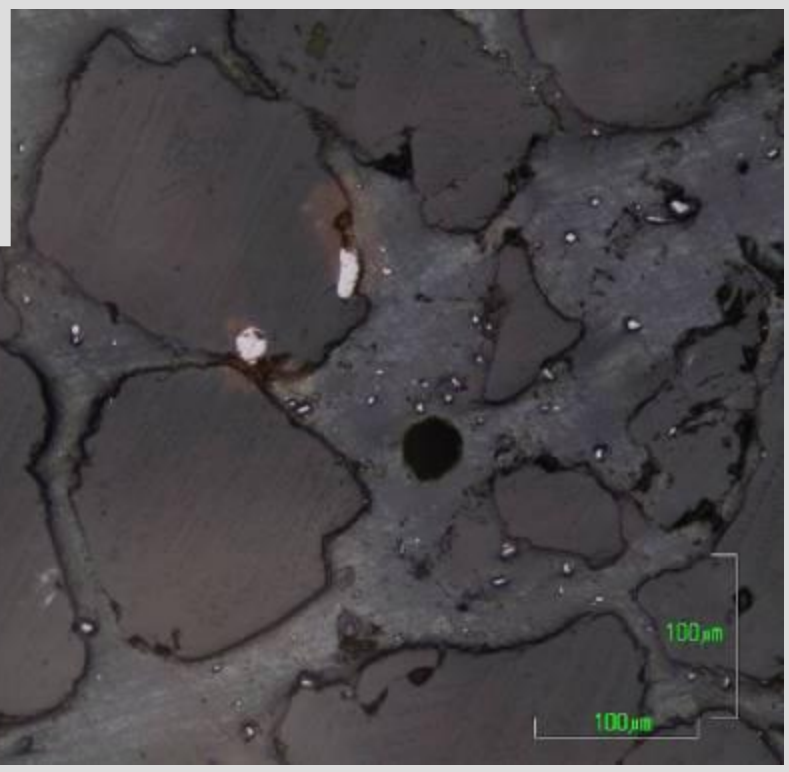
**Включение пирита (яркое желтое)
в кварце**



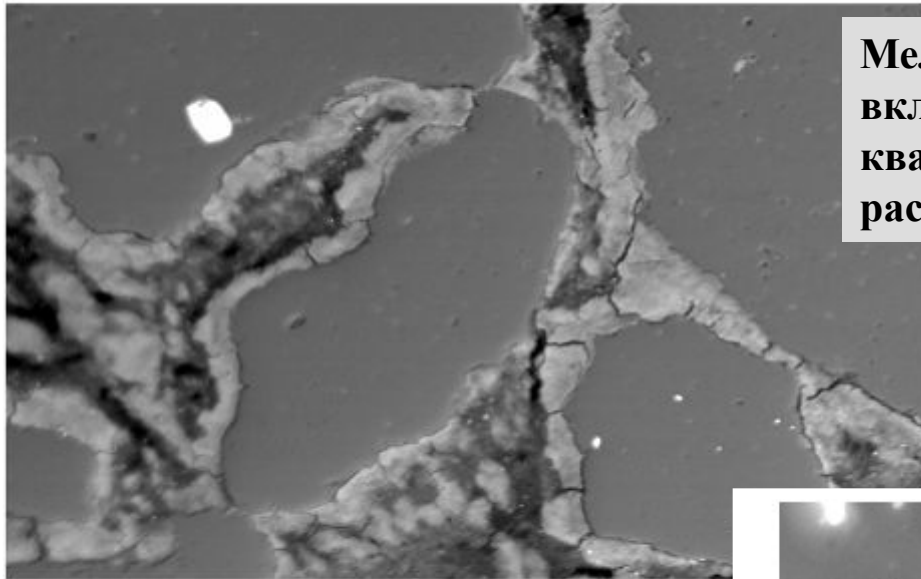
**Мелкие включения пирита
(желтовато-розоватое) в кварце,
голубоватое – гидроксид железа**



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

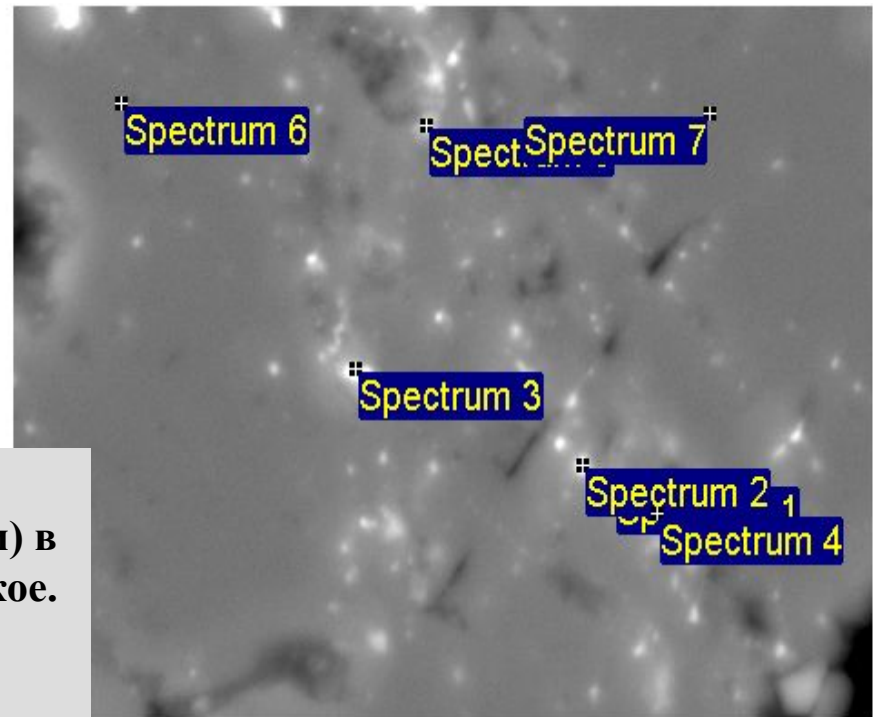


Включения ильменита (яркое) в кварце



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

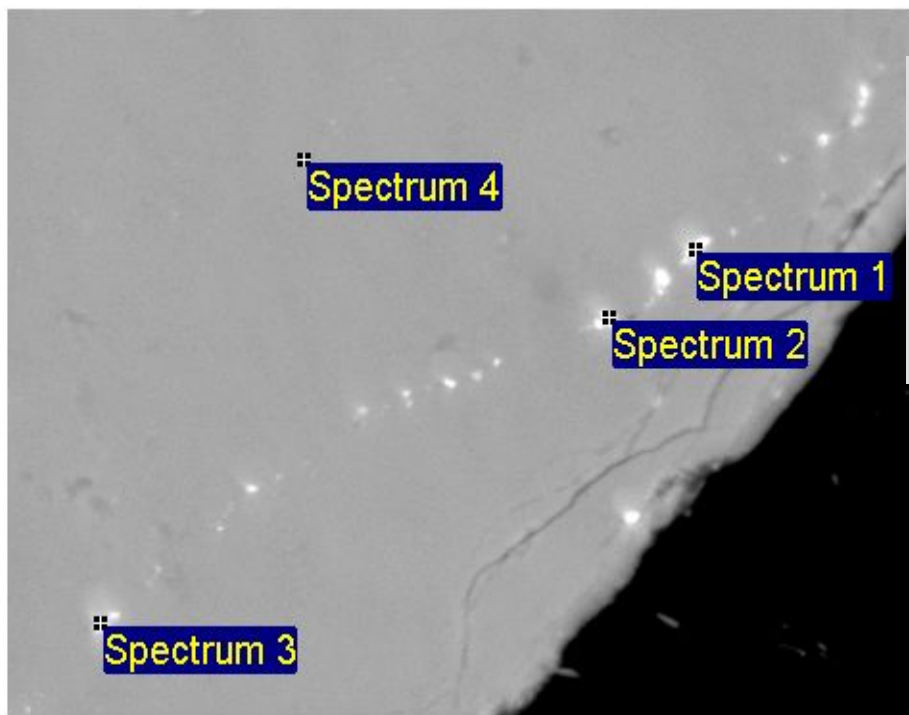
300µm Electron Image 1



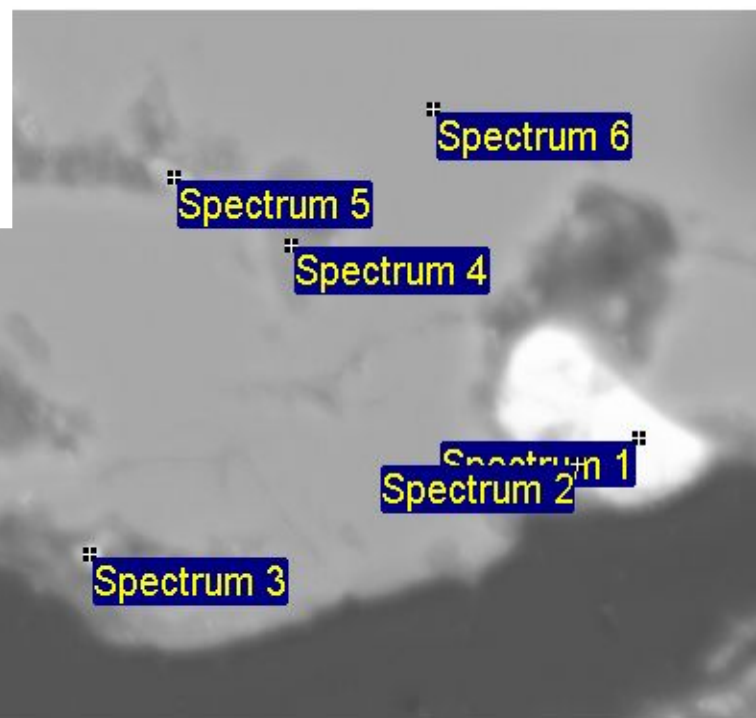
Субмикроскопическая сыпь барита, пирита и гематита (белые мелкие точки) в кварце месторождение Сухобезводненское. Изображение в обратно-рассеянных электронах.

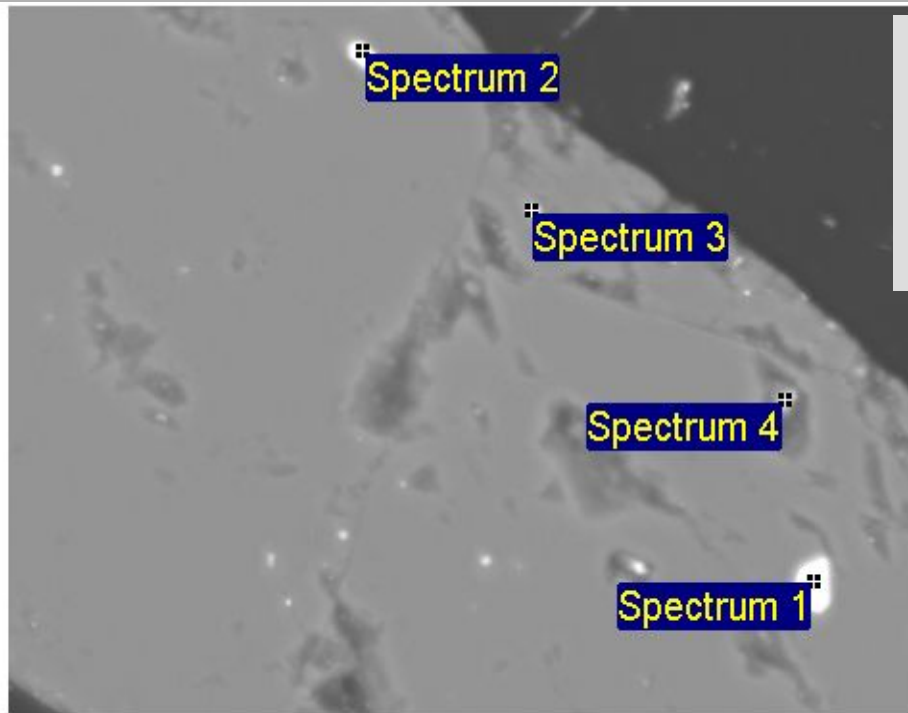
20µm Electron Image 1

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



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





Spectrum 2

Spectrum 3

Spectrum 4

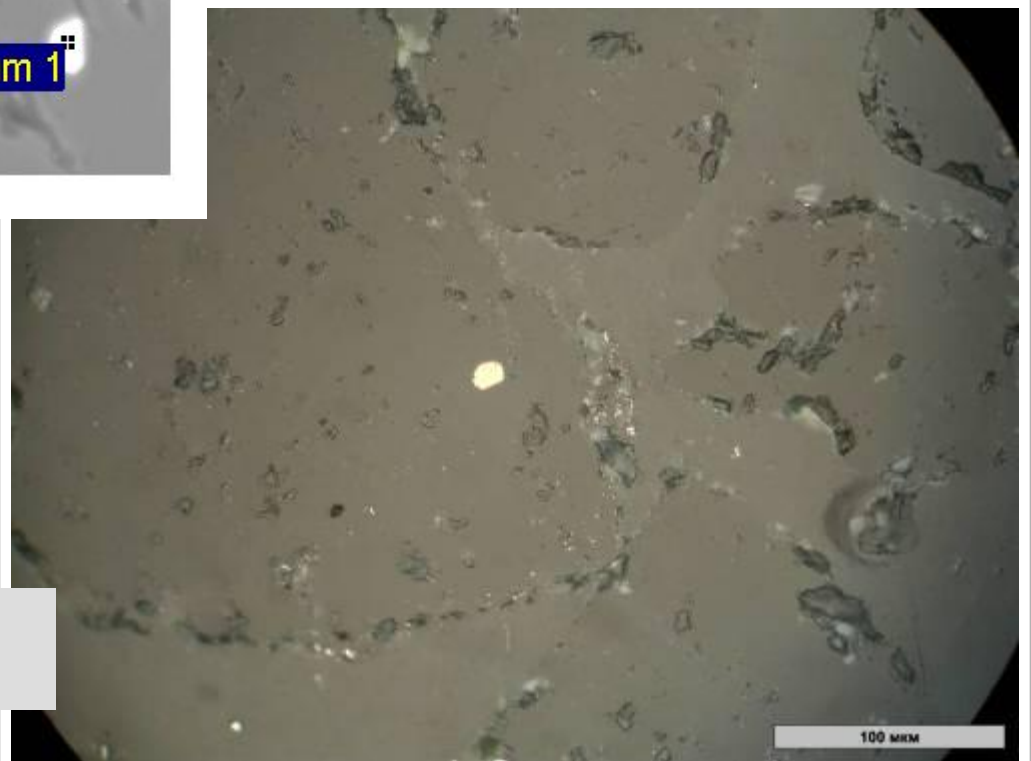
Spectrum 1

80µm

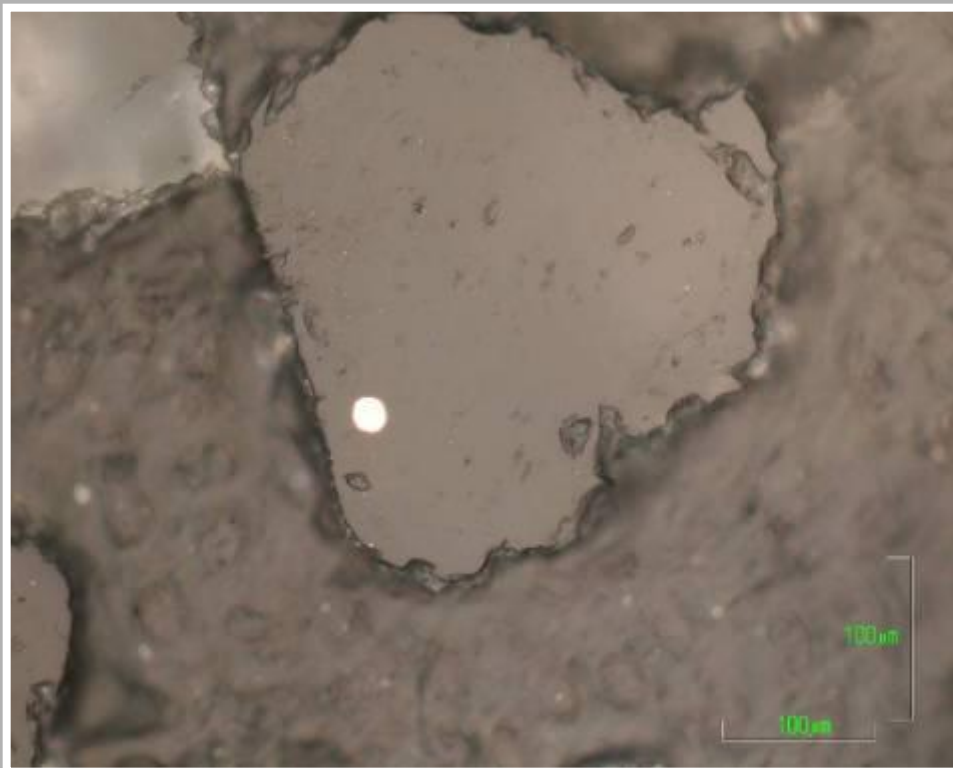
Electron Image 1

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

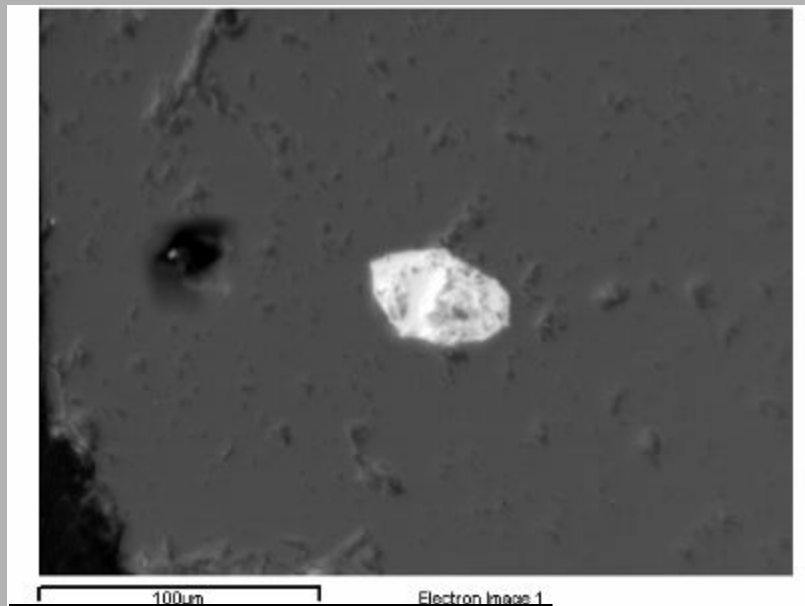
Включение пирита (яркое светлое) в кварце, месторождение Мураевня.



100 µm

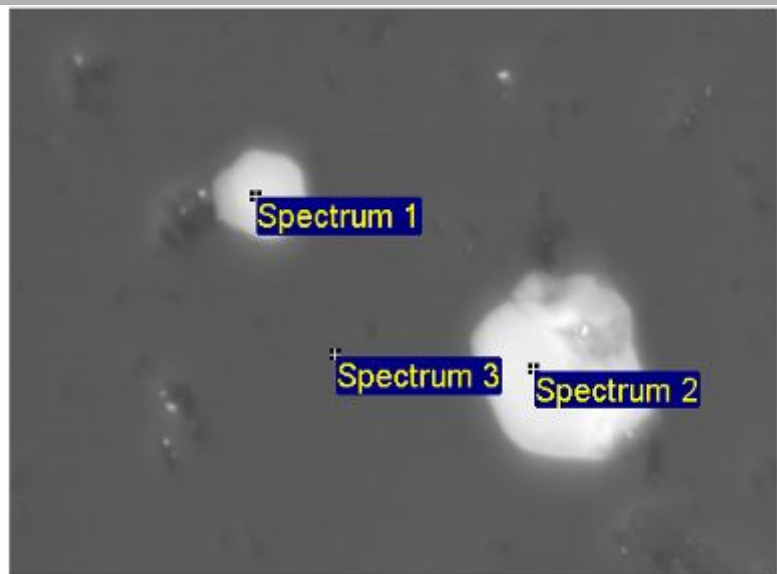


**Включение пирита в кварце.
Секеринские пески.**



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

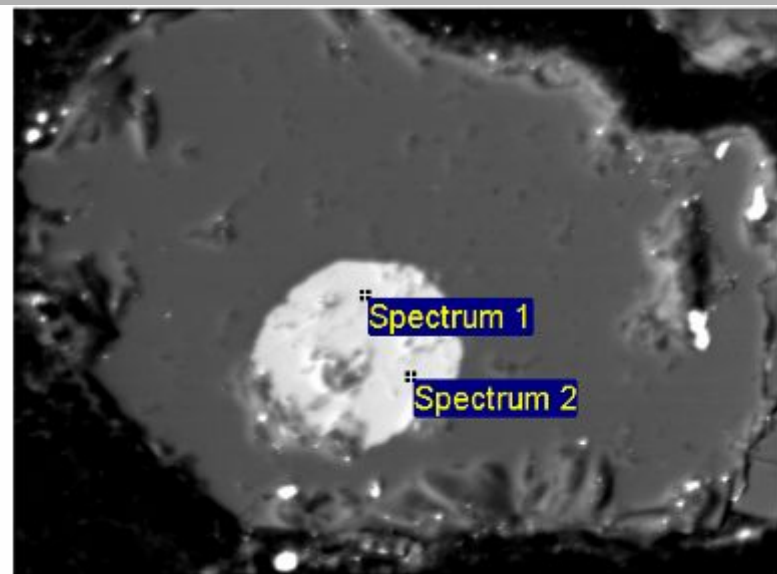
**Кристалл пирротина в кварце,
месторождение Мураевня, изображение
в обратно-рассеянных электронах**



40µm Electron Image 1

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**

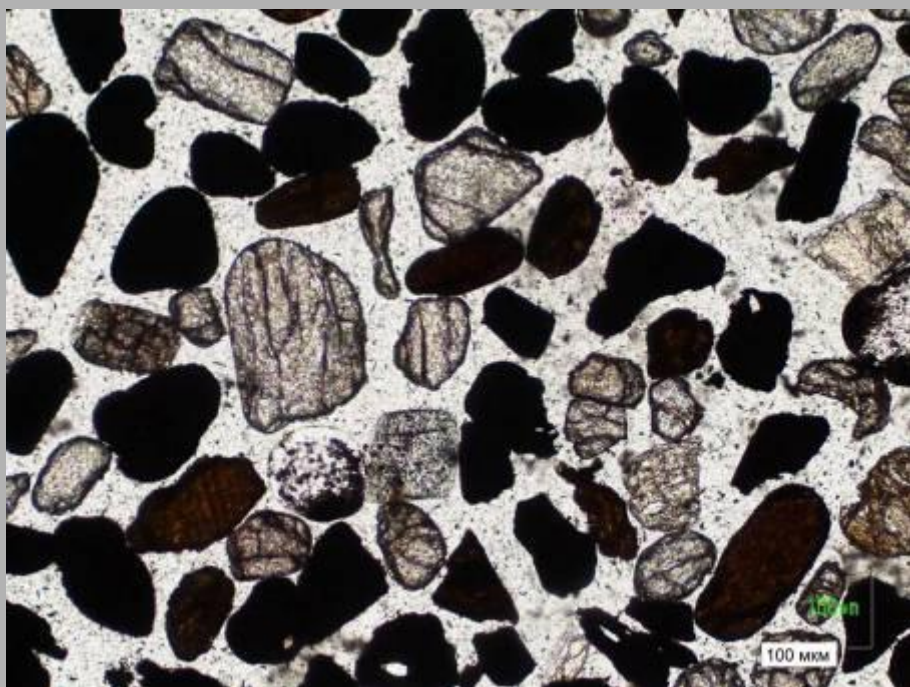


80µm Electron Image 1

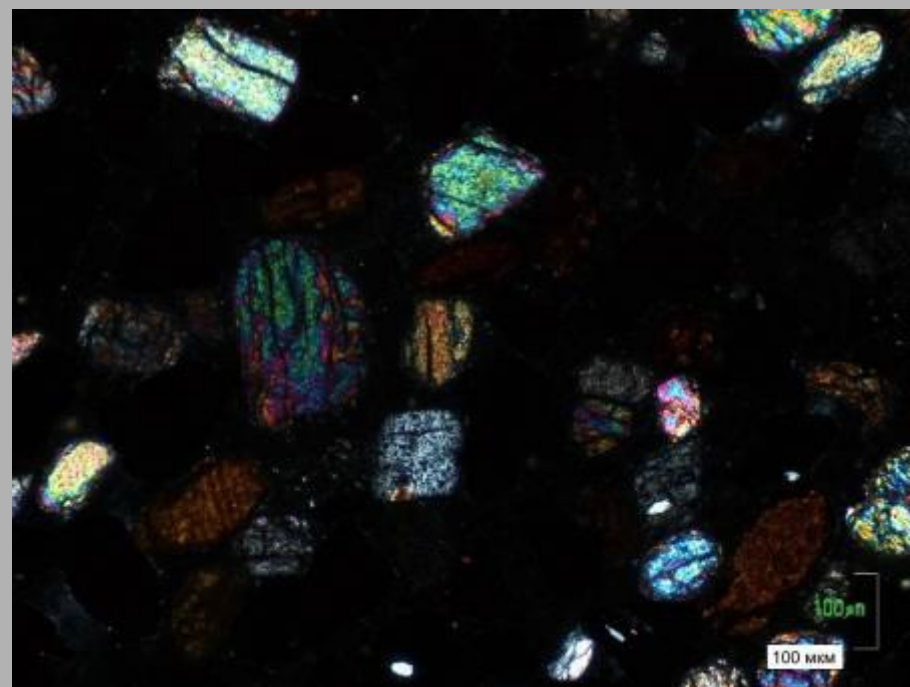
Spectrum	Ti	V	Mn	Fe	O	Total
Spectrum 1	27,86	0,38	1,03	39,86	30,51	99,63
Spectrum 2	27,54	0,39	0,84	40,21	30,34	99,32

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

Минеральный состав продуктов технологической переработки

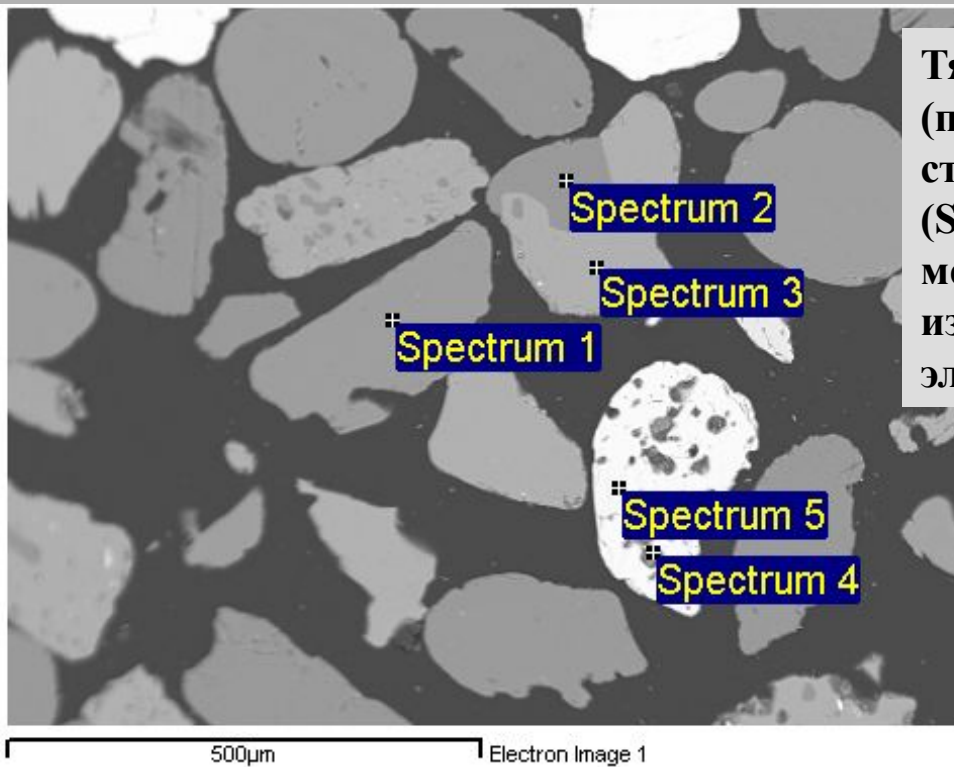


а



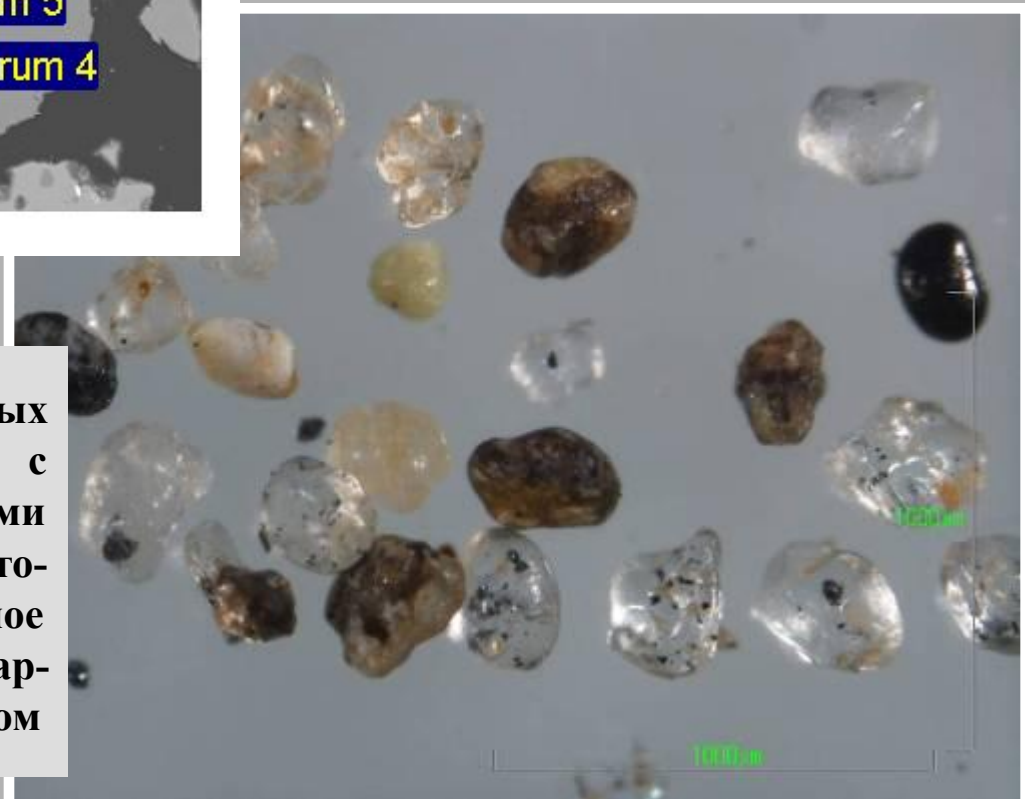
б

Тяжелая фракция плотностью $>4 \text{ г/см}^3$, 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



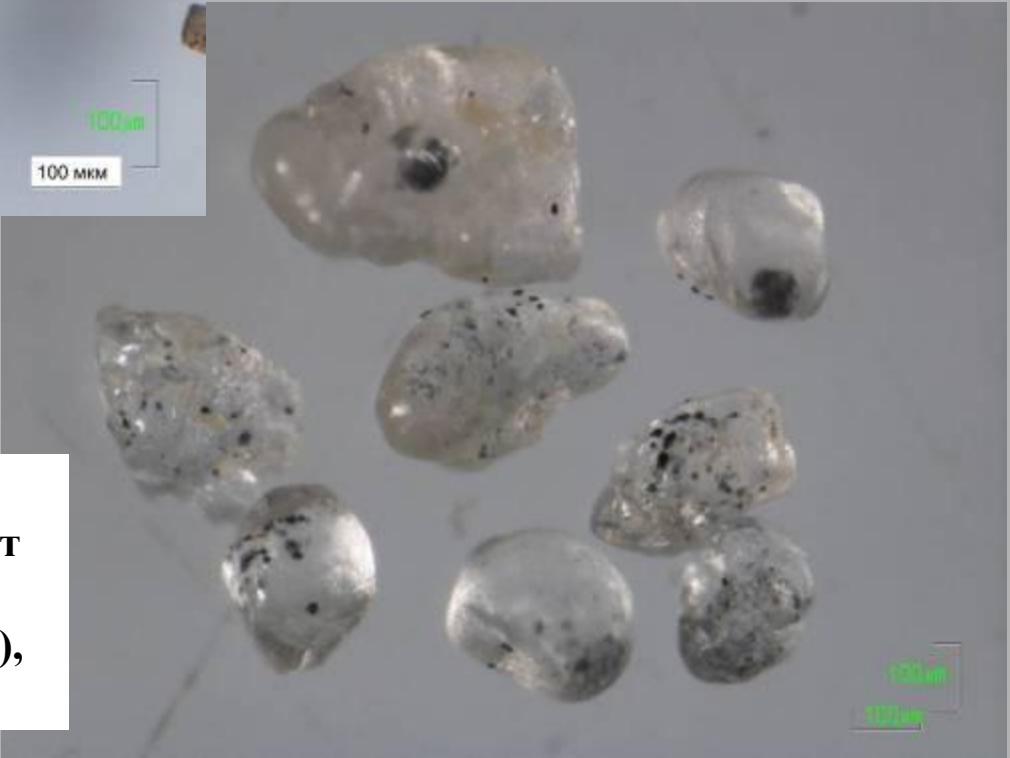
Тяжелая фракция кварцевых песков (плотность 2,9-4 г/см³), состоящая из ставролита (серые зерна), турмалина (Spectrum 1), ильменита (яркие зерна), месторождение Сухобезводненское, изображение в обратно-рассеянных электронах. Аншлиф

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 $2K_2O_2,025$ $1K_1O_1,025$	-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

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

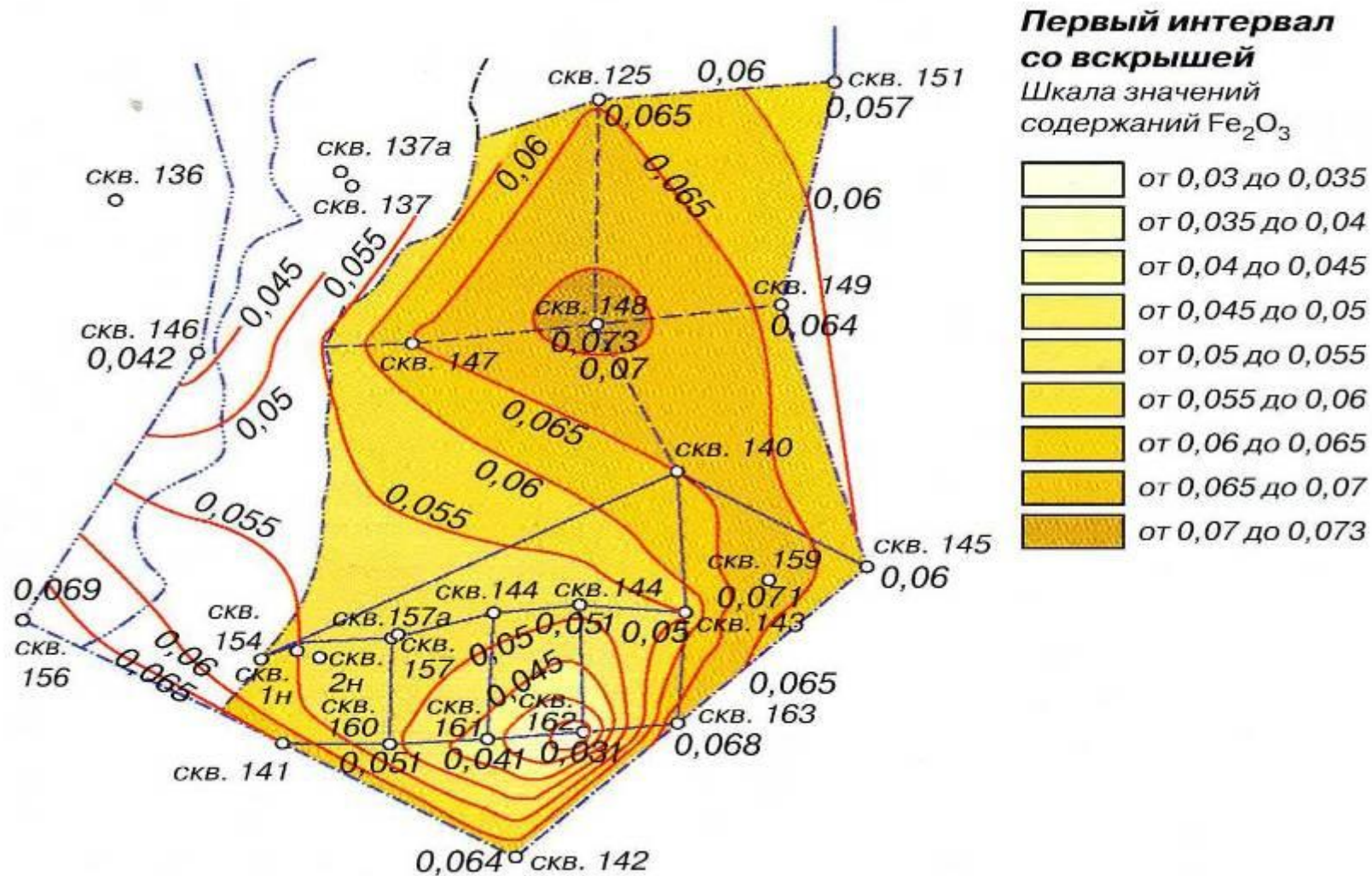
Требования к выполнению минералого-технологического картирования:

- 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).

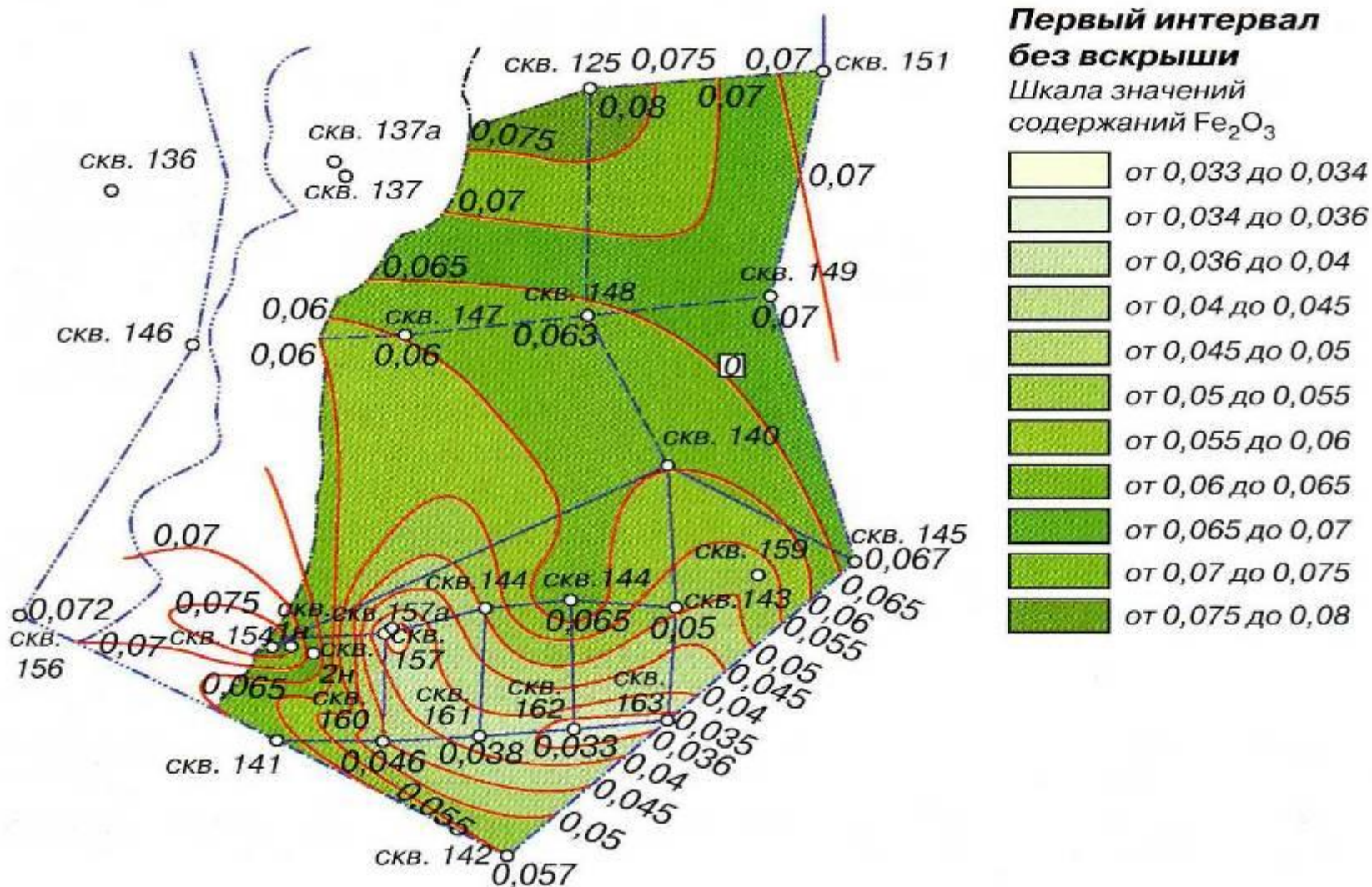
Важнейшими условиями, обеспечивающими объективное выделение технологических типов и сортов и определение изменчивости их состава и свойств, являются:

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

**Результирующие технологические карты
наносились на планы и разрезы рудных
месторождений по показателям
содержания и извлечения ценного
компонента.**



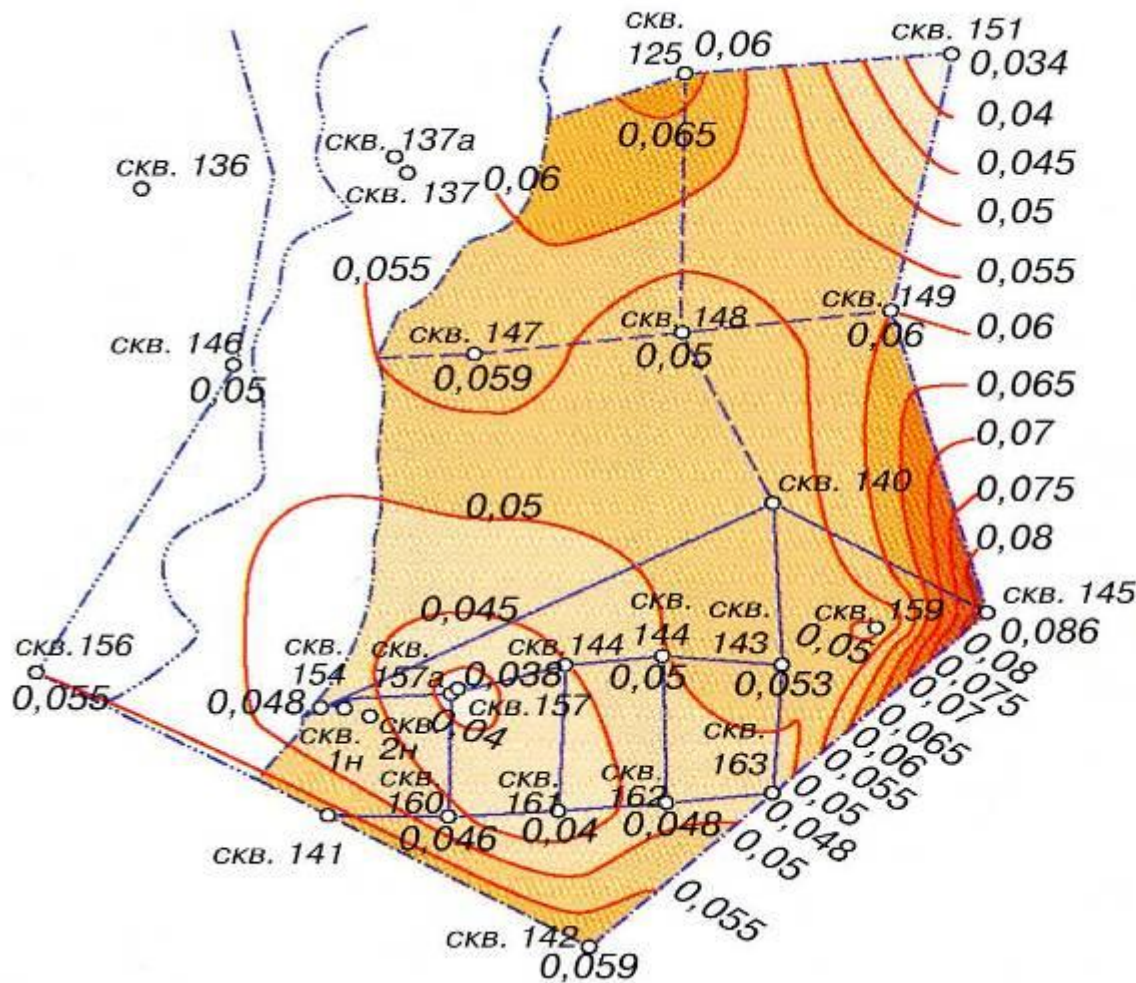
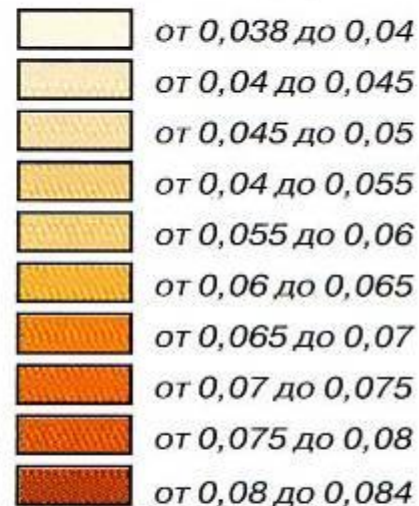
Изолинии содержаний оксида железа в легких фракциях
в пробах первого интервала (со вскрышей)



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

Второй интервал

Шкала значений
содержаний Fe_2O_3



Изолинии содержаний оксида железа
в легких фракциях в пробах второго интервала

www.miningforum.ru