

Э.М. Спиридонов

Минералогенез

послеофиолитовых

платиноносных зональных

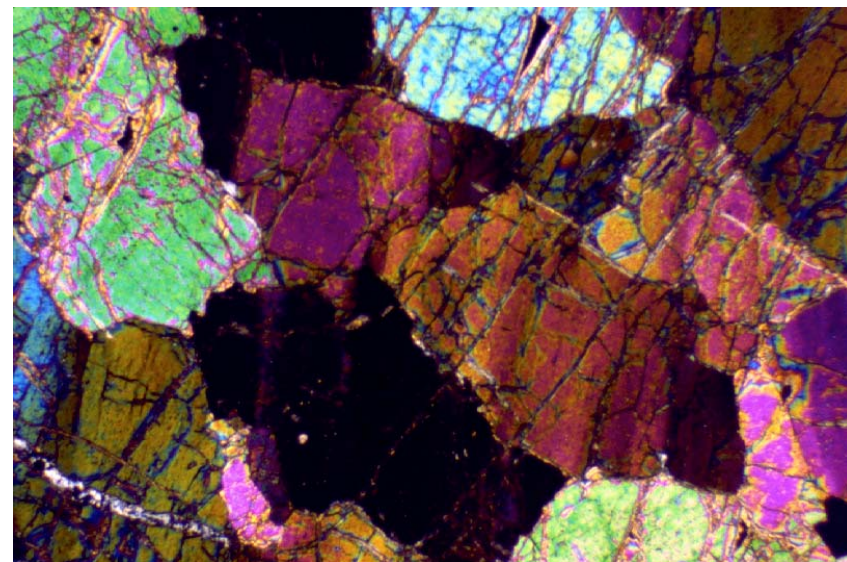
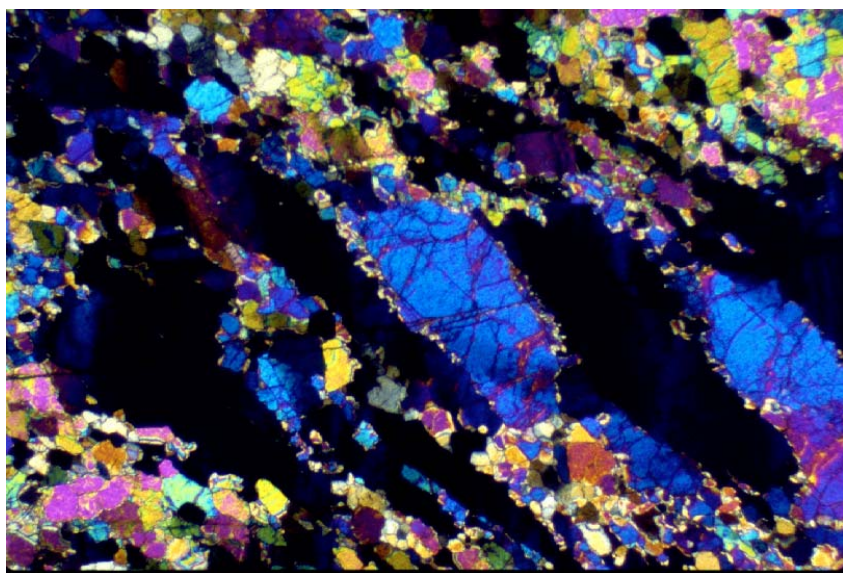
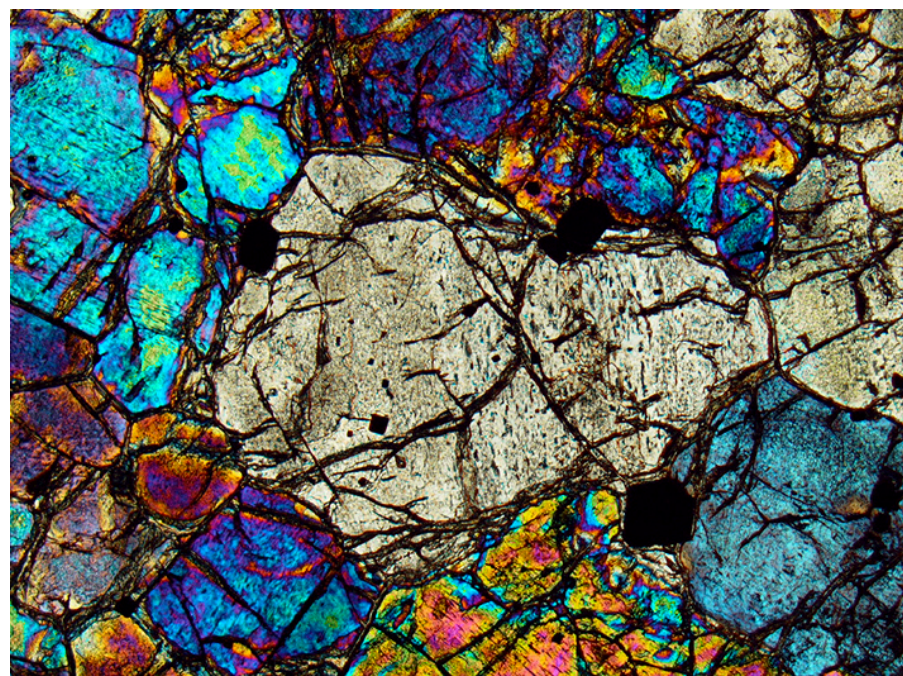
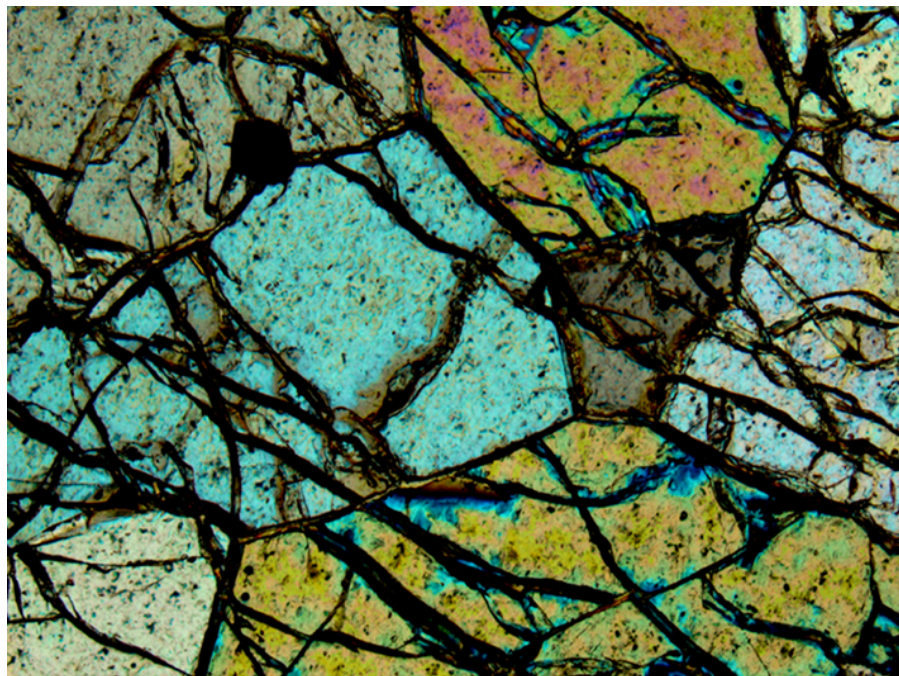
дунит-верлит-клинопироксенит-

габбровых плутонов

Дунит-верлит-клинопироксенит-габбровые плутоны

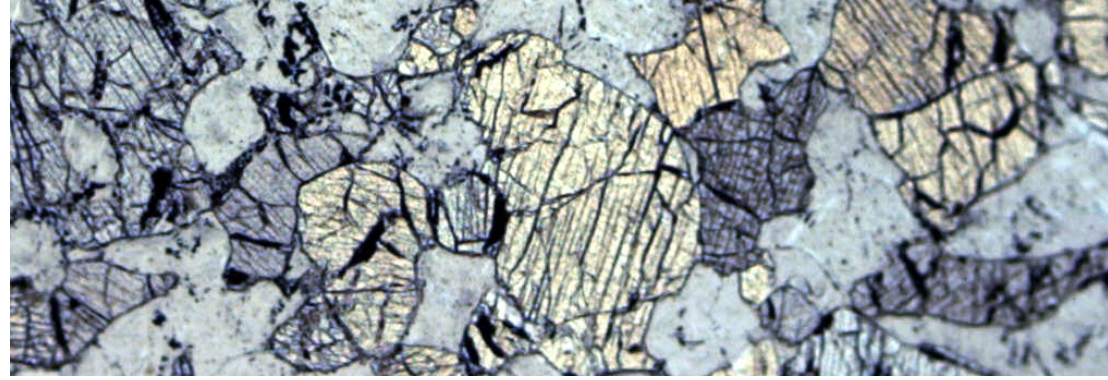
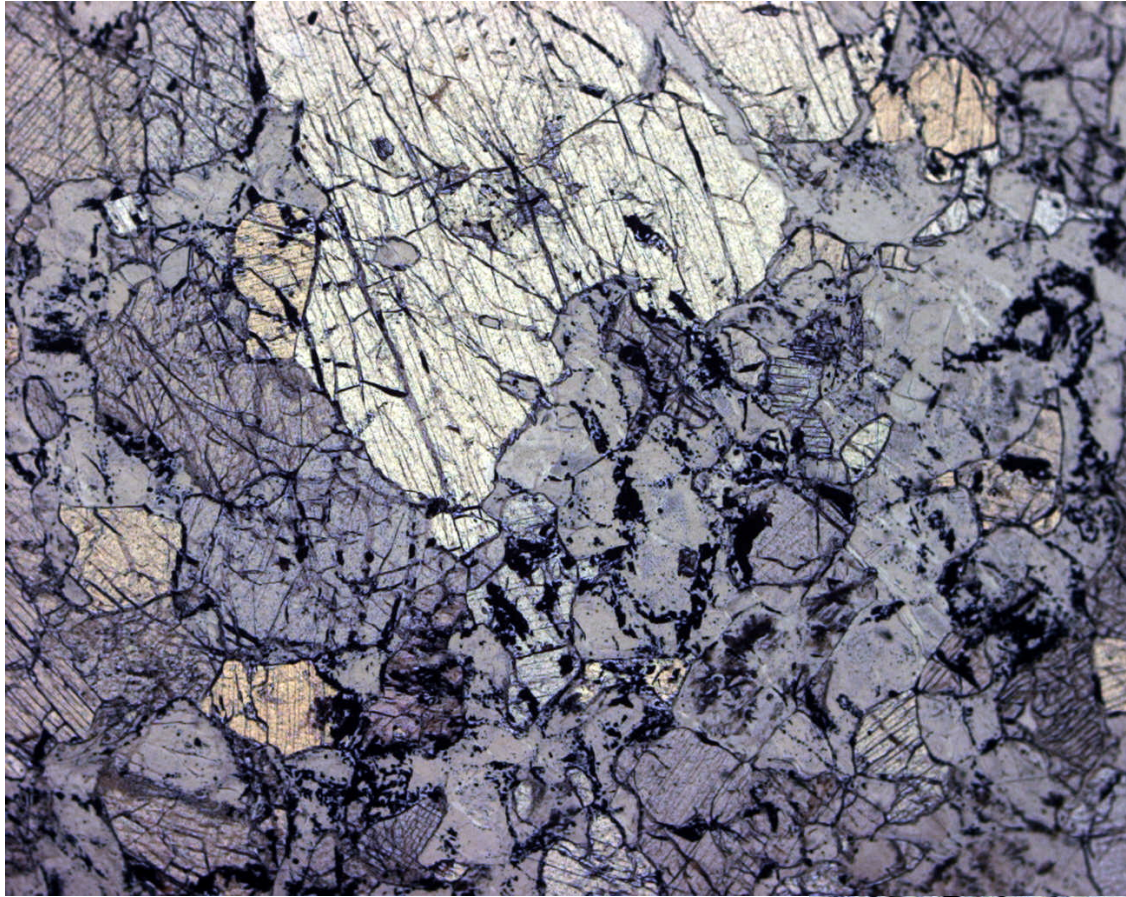
Это послеофиолитовые интрузивы толеитового состава, нередко внедрённые по контактам офиолитовых массивов или секущие их. Нередко плутоны концентрически зональные: в ядре – тела платиноносных дунитов с оторочкой верлитов, оливиновых и безоливиновых клинопироксенитов, среди преобладающих габброидов. Все типы пород содержат то или иное, иногда значительное количество высокоТ амфибола – паргасита и примесь гидроксилфлогопита, акцессорные ангидрит и графит.

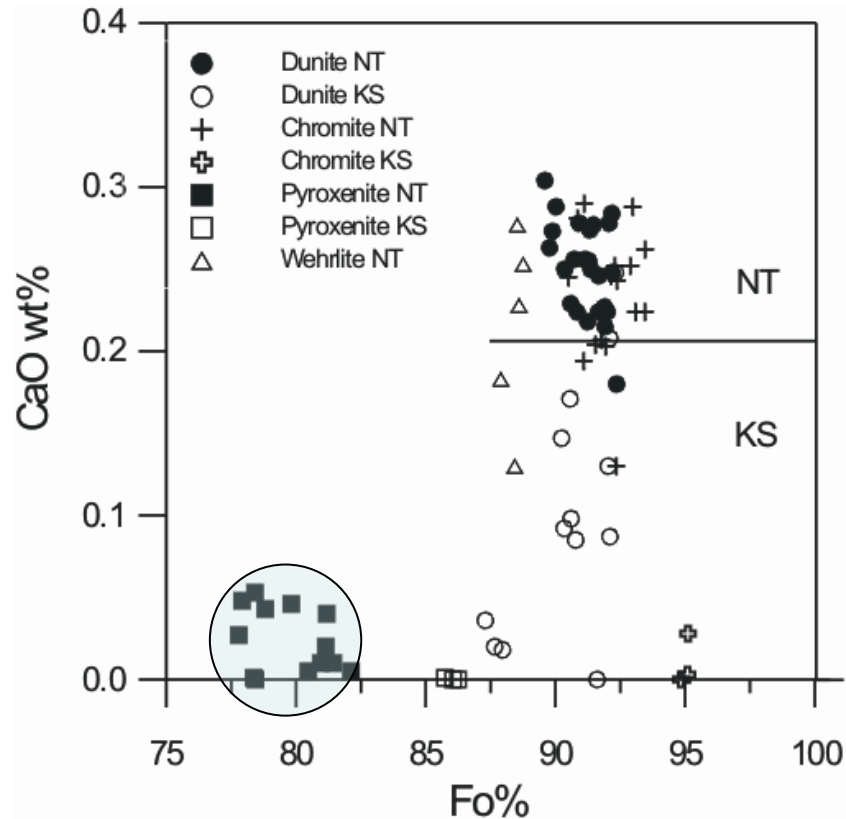
Оливин. Дуниты Гальмоэнала



Верлиты = оливин+авгит. Нурали

При 1
никеле





Olivine composition : Plot of CaO (wt%) versus Fo content (%) in olivine from the Nizhny Tagil (NT) and Kachkanar (KS) Complexes.

Note the unusually high CaO content of the Nizhny Tagil olivine.

Дунит-верлит-клинопироксенит-габбровые плутоны

Оливины существенно магнезиальные, обычно хризолиты и железистые хризолиты, Ni:Co = 10-15.

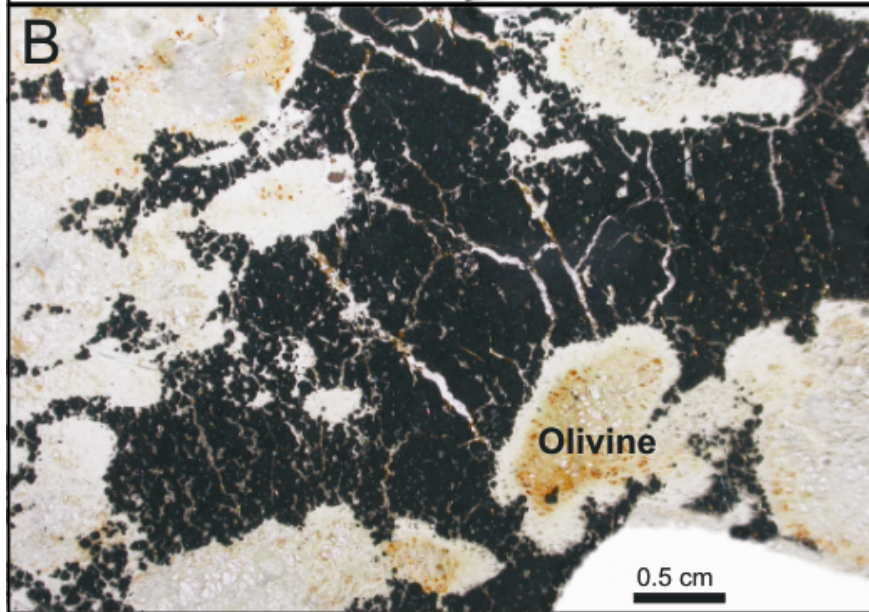
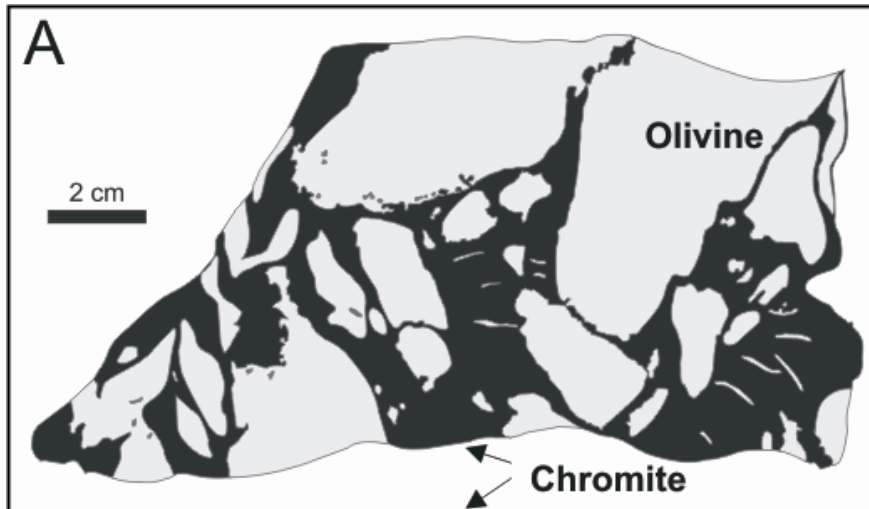
Клинопироксены низкощелочные, бедные Al, Ti и Mn.

Са плагиоклазы обогащены стронцием, нередко > 1000 г/т Sr

Хромшпинелиды образуют ряд магнезиохромит – хромит – ферриалюмохромит – феррихромит - хроммагнетит, бедны V и Zn, содержат до 1.5-2 масс. % TiO₂ и MnO. Характерен изоморфизм Cr – Fe³⁺. Количество хромшпинелидов обычно не велико. Они в основном образуют мелкие шпильки, гнёзда, цепочки зёрен в дунитах центральных частей интрузивов – в дунитах крупно- и грубозернистых до пегматоидных = продуктах высокоТ перекристаллизации первичных мелко-среднезернистых. Проф. О.К. Иванов (Урал. горная академия) именует такие породы «пердунитами». Именно к такого типа скоплениям хромита приурочена платиноидная минерализация.

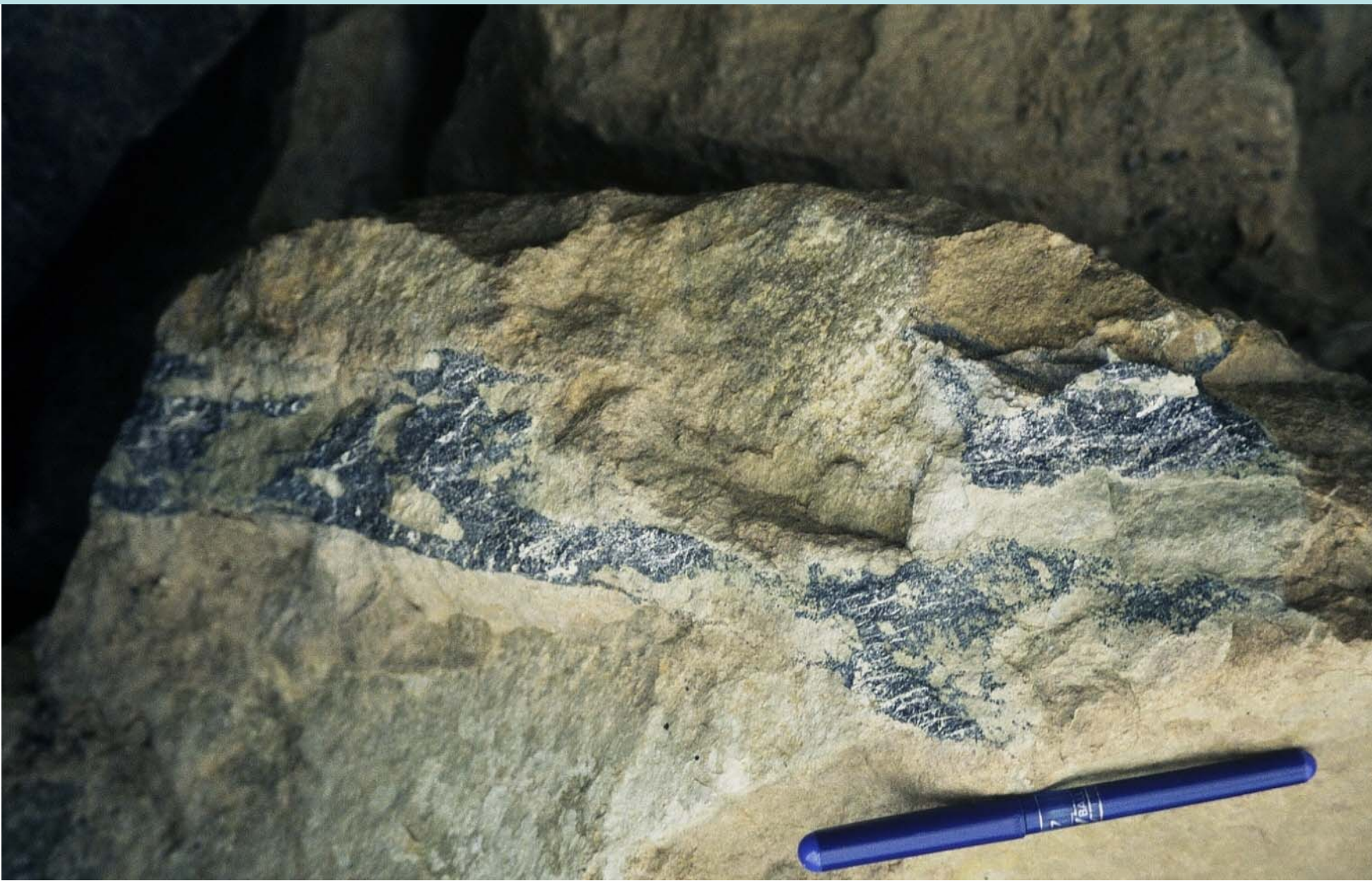
Typical chromitite texture from the Alexandrovsky mine

A Brecciated ore (after Betekhtin 1935)

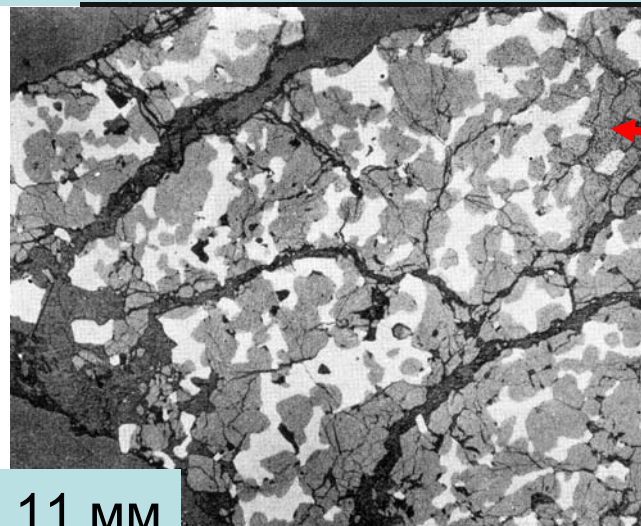


B Net-textured ore

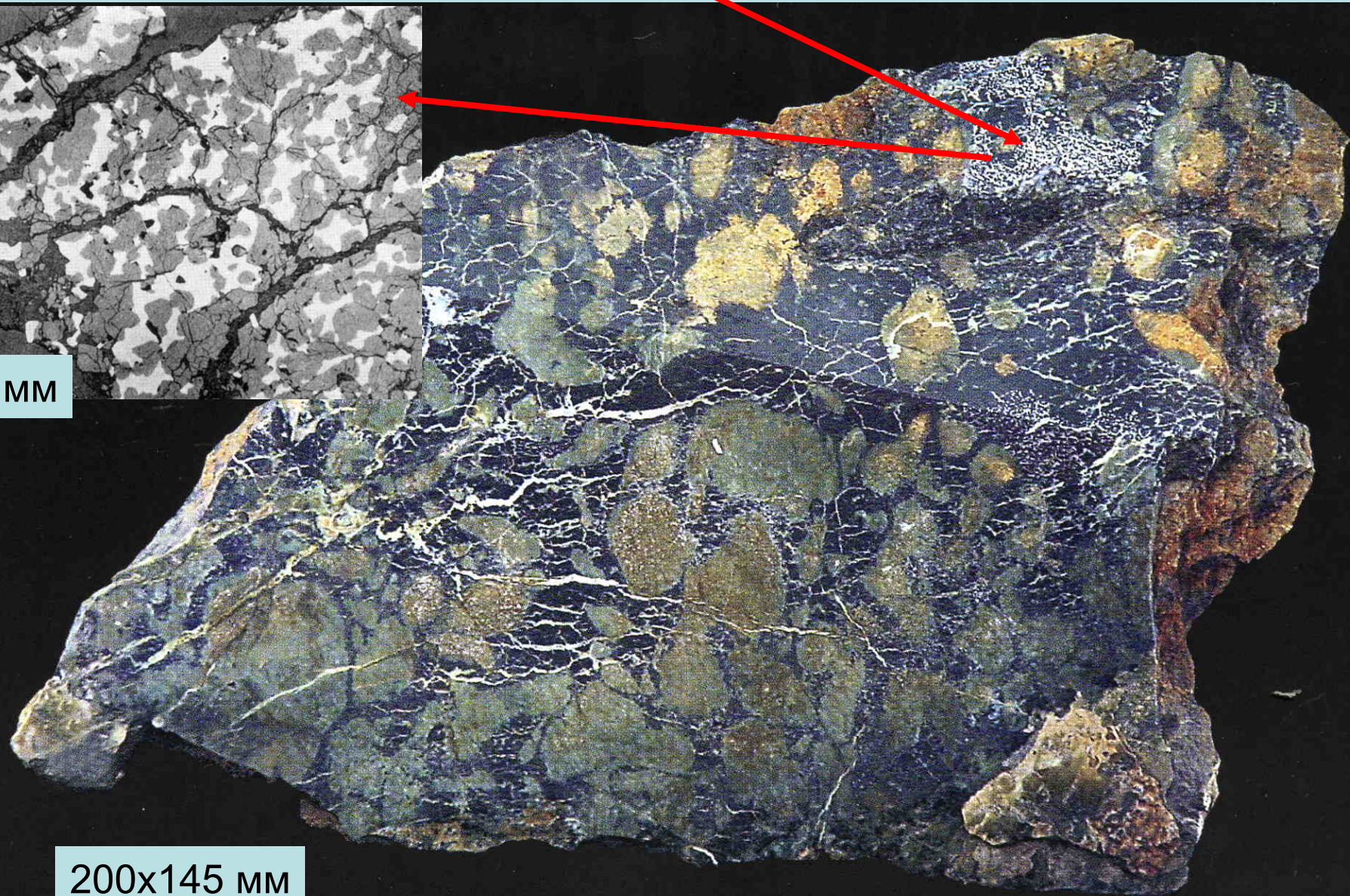
Шлиры и прожилковидные выделения феррихромита в пегматоидных дунитах. Центральная часть дунитового тела горы Соловьёвой. НижнеТагильский массив



Гнёзда изоферроплатины в шлирах феррихромита в пегматоидных дунитах. Центральная часть дунитового тела горы Соловьёвой. НижнеТагильский массив



11 мм



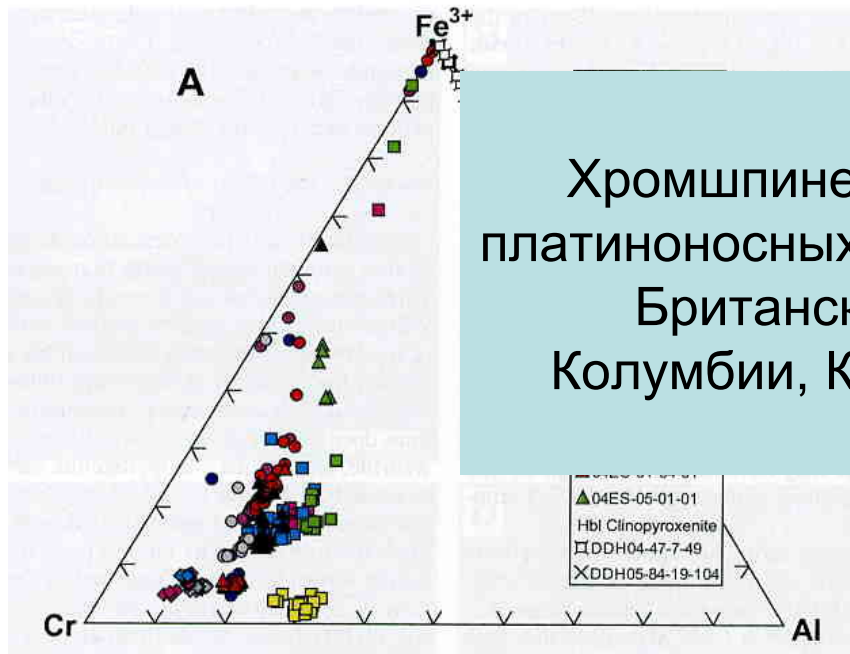
200x145 мм

Шлиры и прожилковидные выделения феррихромита в дунитах платиноносного Феклистовского дунит-верлит-габбрового интрузива. Шантарские острова

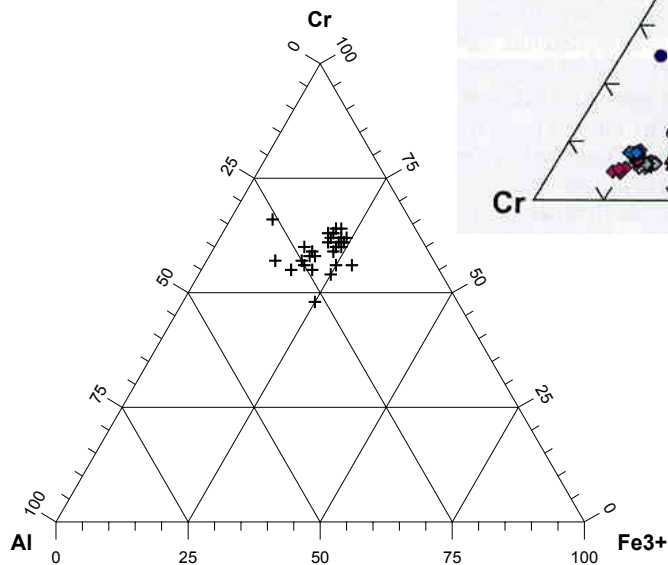


Дунит-верлит-клинопироксенит-габбровые плутоны

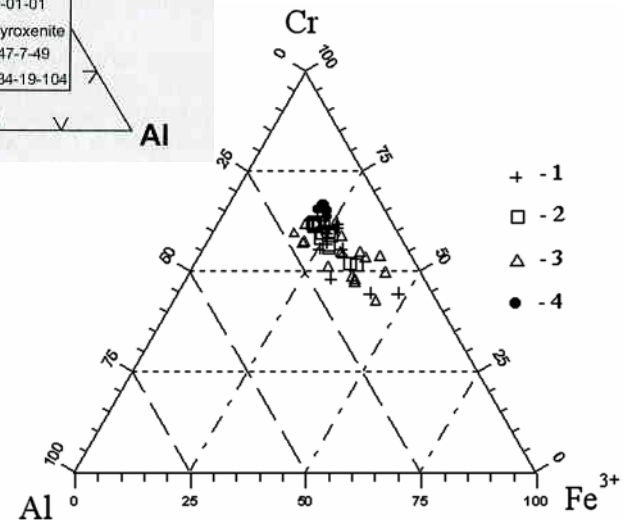
Ведущий тип изоморфных замещений Cr - Fe³⁺



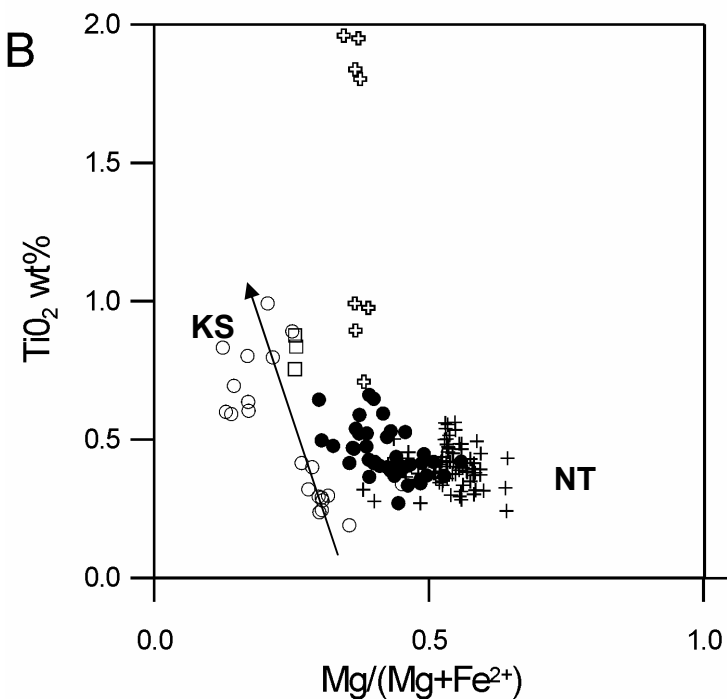
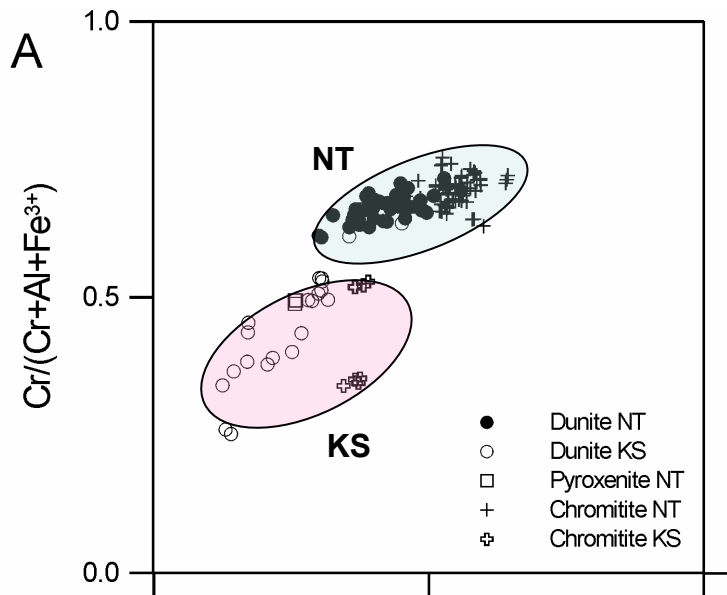
Хромшпинелиды платиноносных дунитов Британской Колумбии, Канада



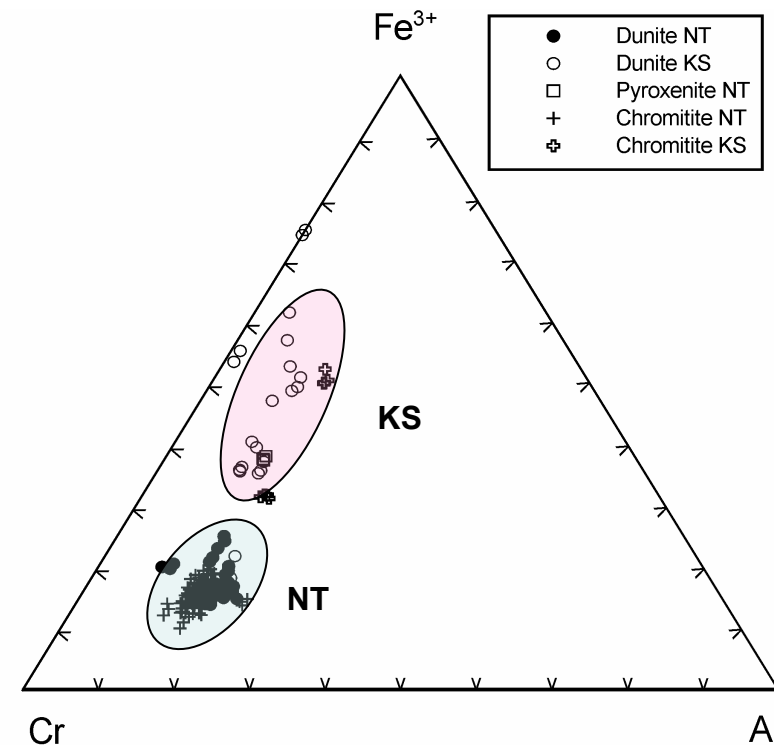
Хромшпинелиды платиноносных дунитов Корякии



Хромшпинелиды дунитов Гальмоэнальского платиноносного массива, Сев. Камчатка - Корякия



Composition of chromite in a Cr-Al-Fe³⁺ triangular diagram



(A) Cr/(Cr+Al+Fe³⁺) molar % versus Mg/(Mg+Fe²⁺) molar %
(B) TiO₂ wt% versus Mg/(Mg+Fe²⁺) molar %
in chromite for the Nizhny Tagil (NT)
and Kachkanar (KS) Complexes

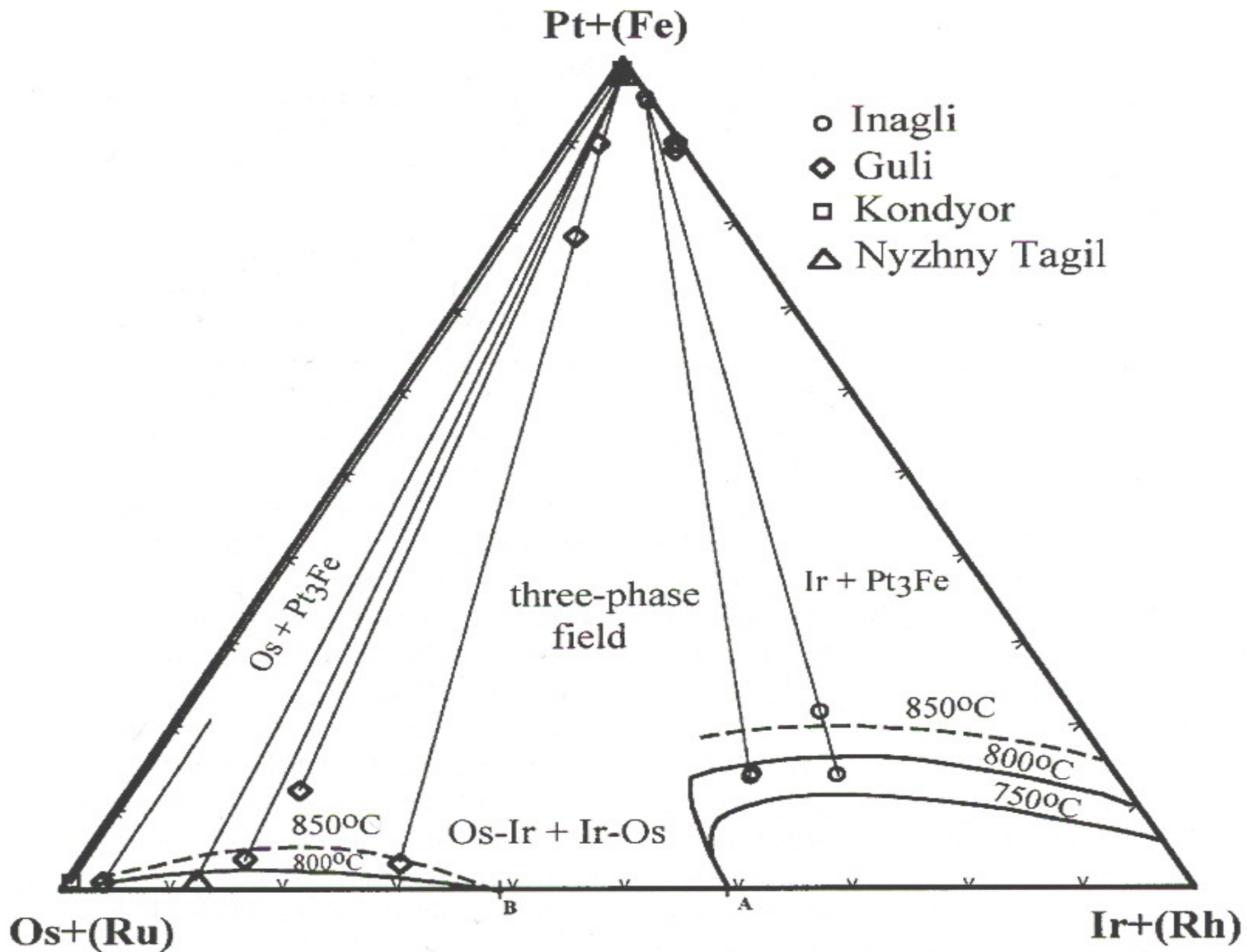
Платиноиды в дунитах дунит-верлит-
клинопироксенит-габбровых плутонов
ферроплатина, изоферроплатина



Гальмоэнальский

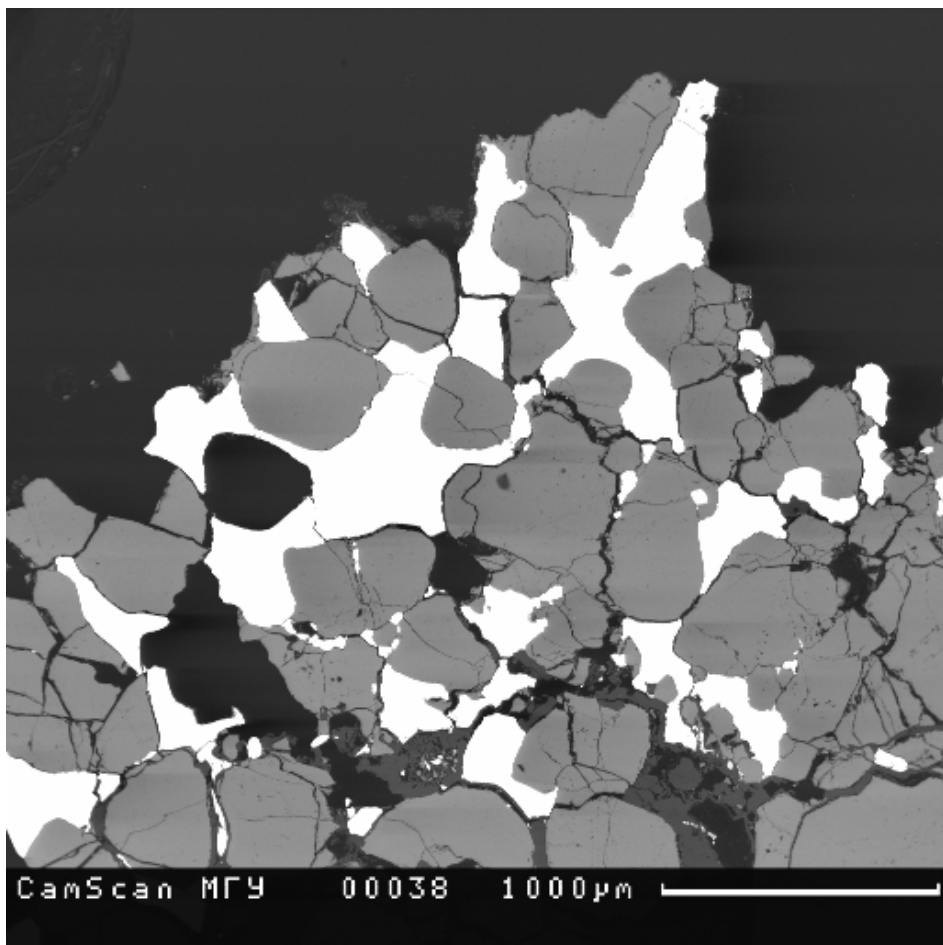


Нижнетагильский

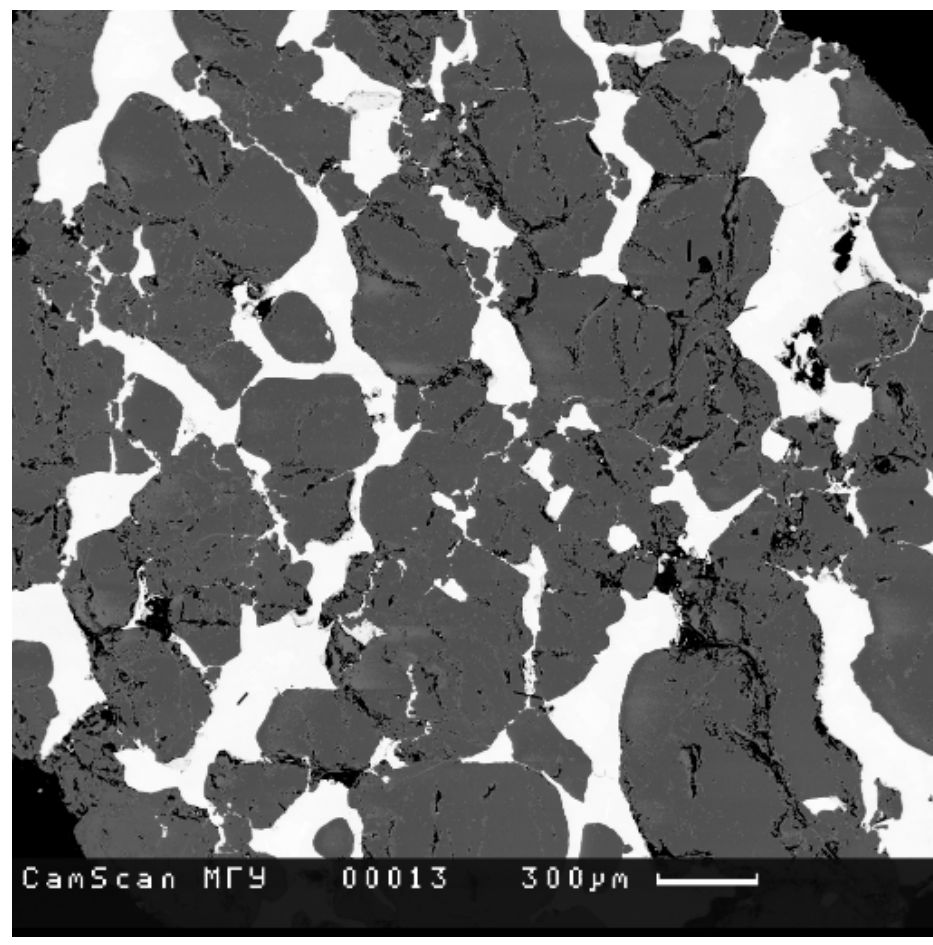


Платиноиды в дунитах дунит-верлит-клинопироксенит-габбровых плутонов

Метасомы ферроплатины, изоферроплатины
в скоплениях феррихромшпинелидов



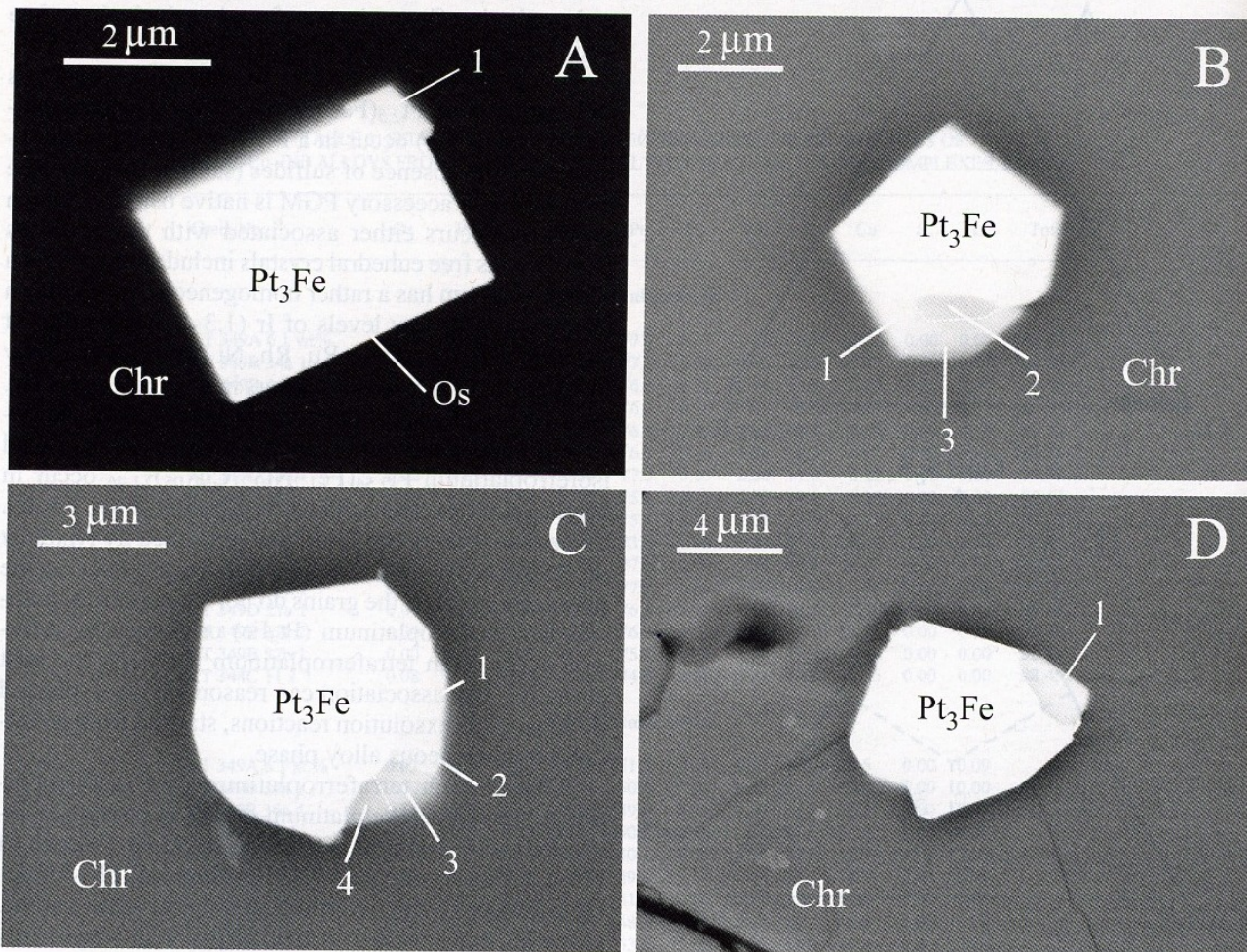
Гальмознальский



Нижнетагильский

В отражённых электронах

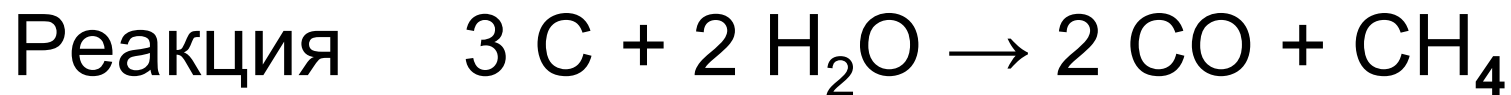
Платиноиды в дунитах дунит-верлит-клинопироксенит-габбровых плутонов



**Метакристаллы
изоферроплатины
в хромититах.
Уктусский.
Средний Урал**

FIG. 5. BSE images of primary composite grains included in chromian spinel (Chr) from the Uktus chromitites, showing isoferroplatinum-type alloys (Pt_3Fe) overgrown by PGE sulfides. A) Grain UK296B-5, erlichmanite (1). Isoferroplatinum contains one thin exsolution lamella of native osmium (Os). B) Grain UK296B-16a, erlichmanite (1), cuprorhodsites (2) and cuproiridsite (3). C) Grain UK296A-1, erlichmanite (1), Ru-rich erlichmanite (2), cuproiridsite (3), and cuprorhodsites (4). D) Grain UK296A-12, cuprorhodsites ($Cu_{0.72}Ni_{0.08}Fe_{0.04}\Sigma_{0.84}(Rh_{1.24}Ir_{0.81}Pt_{0.02})\Sigma_{2.08}S_{4.08}$).

Платиноиды в дунитах дунит-верлит-клинопироксенит-габбровых плутонов



Монооксид углерода CO при $T \sim 1000^\circ \text{C}$

образует устойчивые летучие соединения с Fe, Pt, Ir.... Эти соединения можно разложить, то есть осадить платину..., только окислением – на окислительном барьере.

Единственный окислительный барьер в дунитах – скопления феррихромшпинелидов.

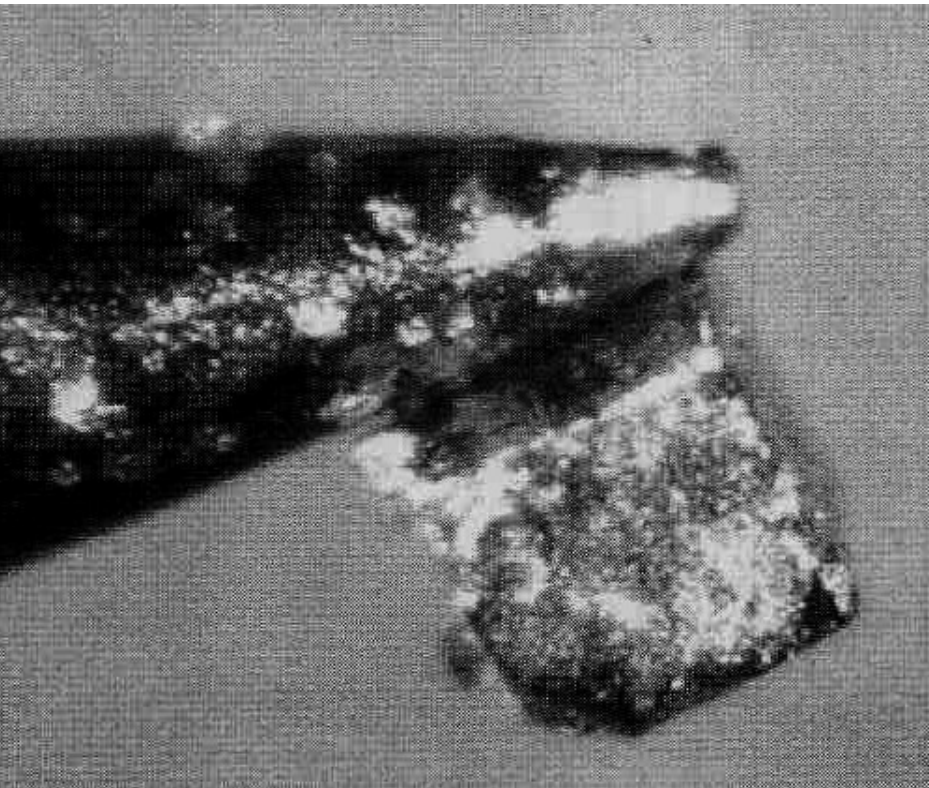
Естественное объяснение парагенеза PGM и хромшпинелидов в дунитах зональных массивов

PGM - интерметаллиды

Ферроплатина, изоферроплатина

(кубические, магнитные) $(Pt, Ir, Os, Ru)_3 Fe$

- обычно высокотемпературные пневматолитовые образования в хромититах среди дунитов



ultramafic rocks, e.g., dunite, harzburgite, lherzolite	24.6 at.% Fe $n = 114$	Alto Condoto complex, Colombia	Tistl (1994)
coarse-grained pyroxenite with chromitite layers	close to ideal Pt_3Fe	Impala mining area, Merensky Reef, Bushveld Complex, South Africa	Mostert <i>et al.</i> (1982)
chromite-bearing dunites	23.5 at.% (Fe,Ni,Cu) $n = 20$	Shantar Islands, Russia	Ivanov <i>et al.</i> (1995)
alkaline ultrabasic rocks	26.6 at.% (Fe,Cu,Ni) $n = 615$	Krasnogorskiy massif, Aldanskiy Shield, Russia	Mochalov <i>et al.</i> (1988)

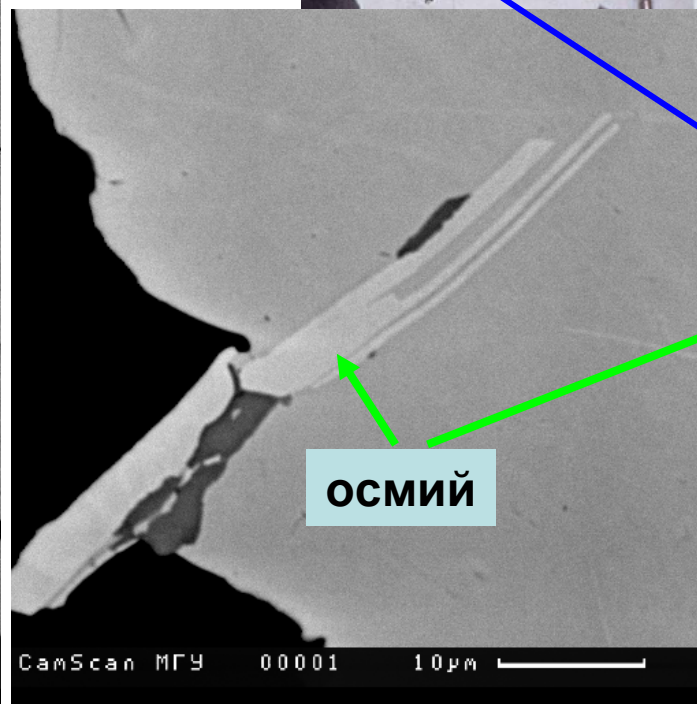
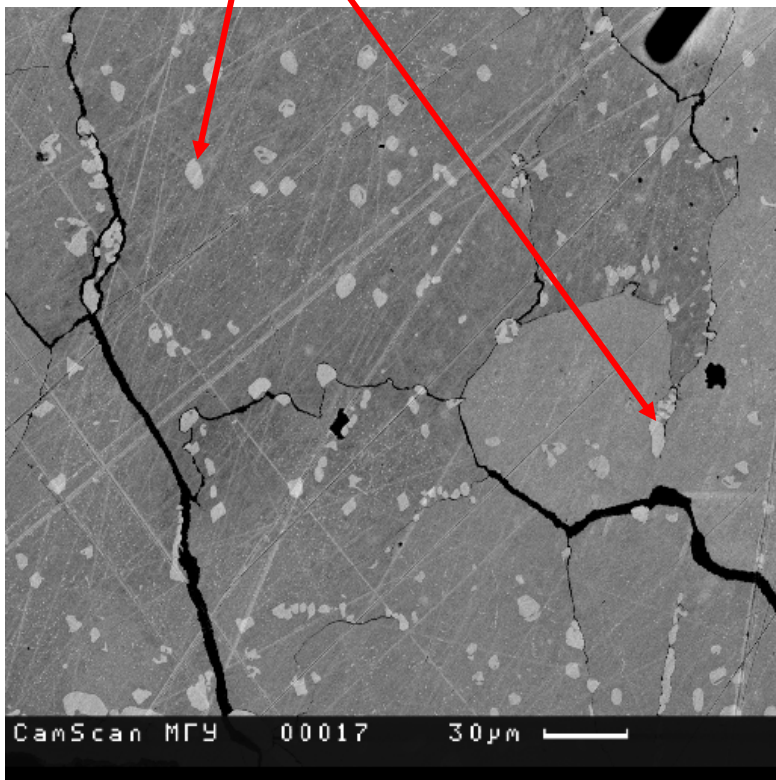
Главные россыпеобразующие
PGM

Платиноиды в дунитах дунит-верлит-клинопироксенит-габбровых плутонов ферроплатина, изоферроплатина

иридосмин (Os,Ir)

в отражённом свете

иридий, осмиридий Ir, (Ir,Os), куб.



ОСМИЙ

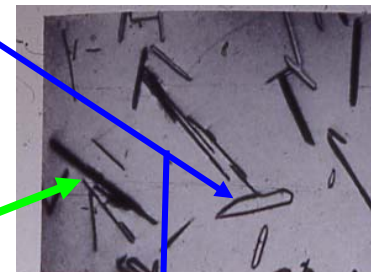


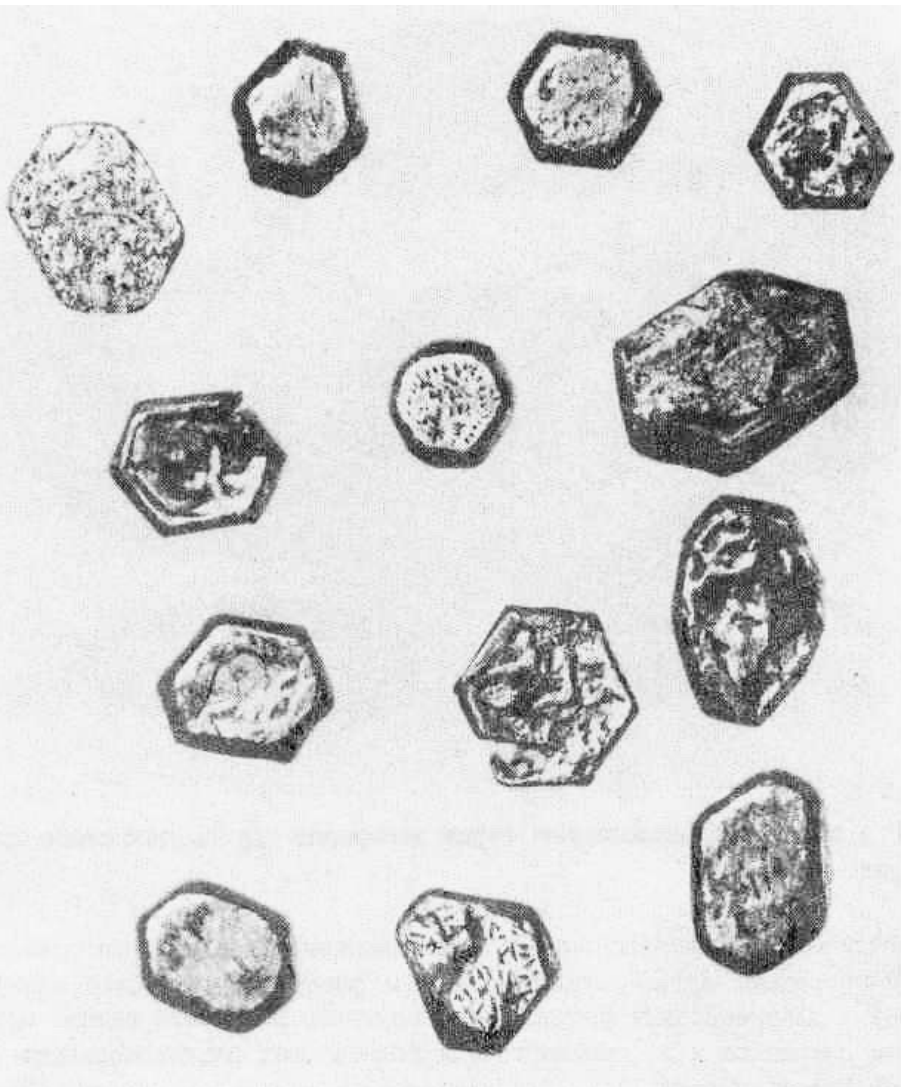
Abb. 25.



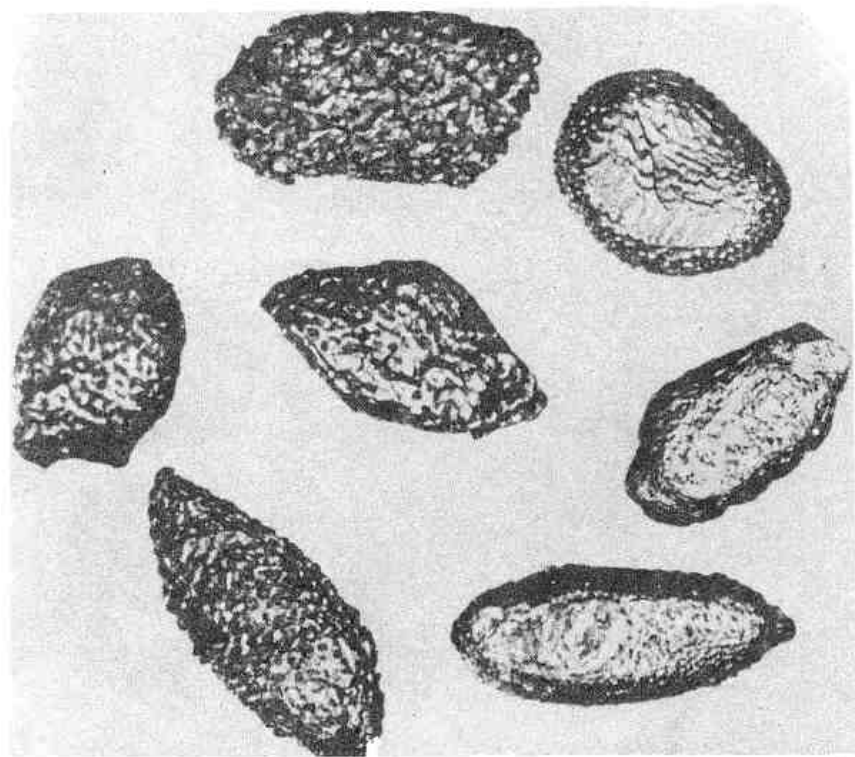
Гальмознальский BSE image

Нижнетагильский

Платиноиды в дунитах дунит-верлит-клинопироксенит-габбровых плутонов



Иридосмин, гекс.



Осмий, гекс.

Россыпи Среднего Урала

PGM - халькогениды. Сульфиды

лаурит RuS_2 – эрлихманит OsS_2 (кубические)

кашинит Ir_2S_3 - бовиит Rh_2S_3

(ромбические)

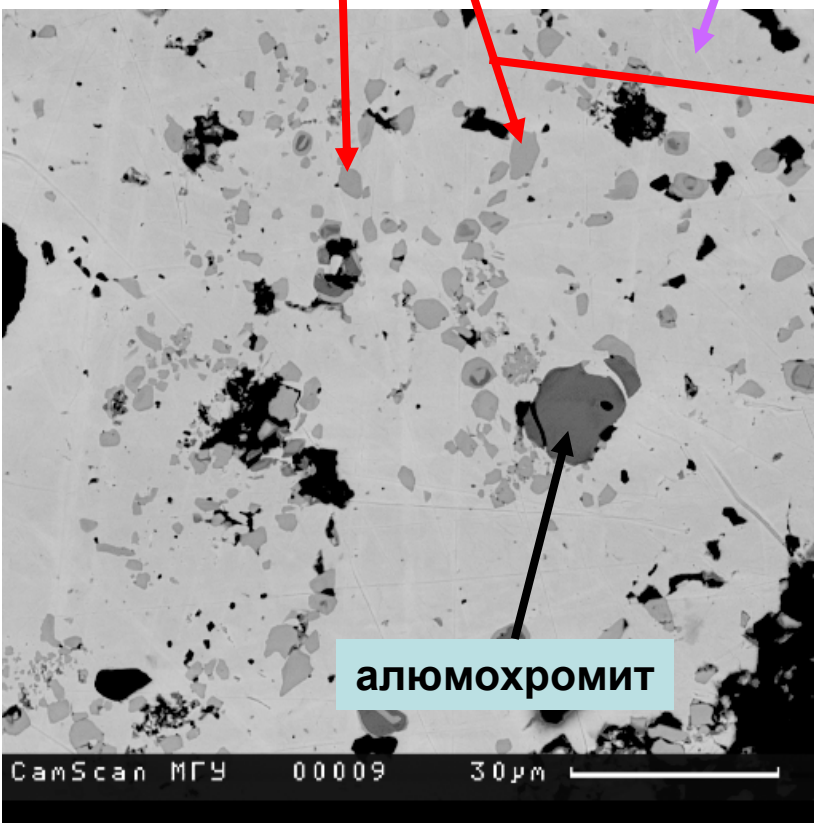
куперит PtS – брэггит $(\text{Pt}, \text{Pd})\text{S}$ – висоцкит PdS

(тетрагональные)

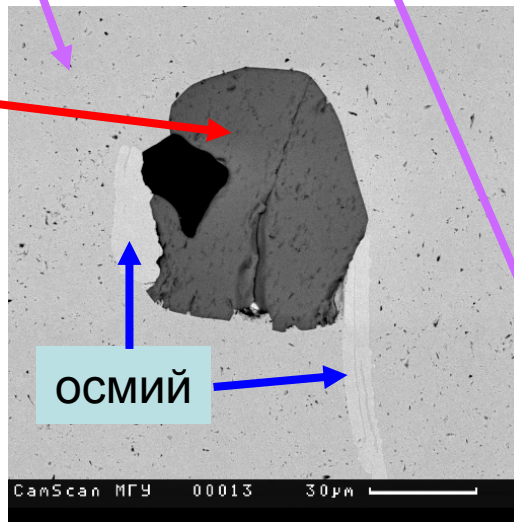
(продукты кристаллизации из силикатных ультраосновных – основных расплавов; реже – в гидротермальных и метаморфогенно-гидротермальных образованиях)

Платиноиды в дунитах дунит-верлит-клинопироксенит-габбровых плутонов

лаурит RuS_2 – эрлихманит OsS_2
в изоферроплатине



Гальмознальский



ОСМИЙ

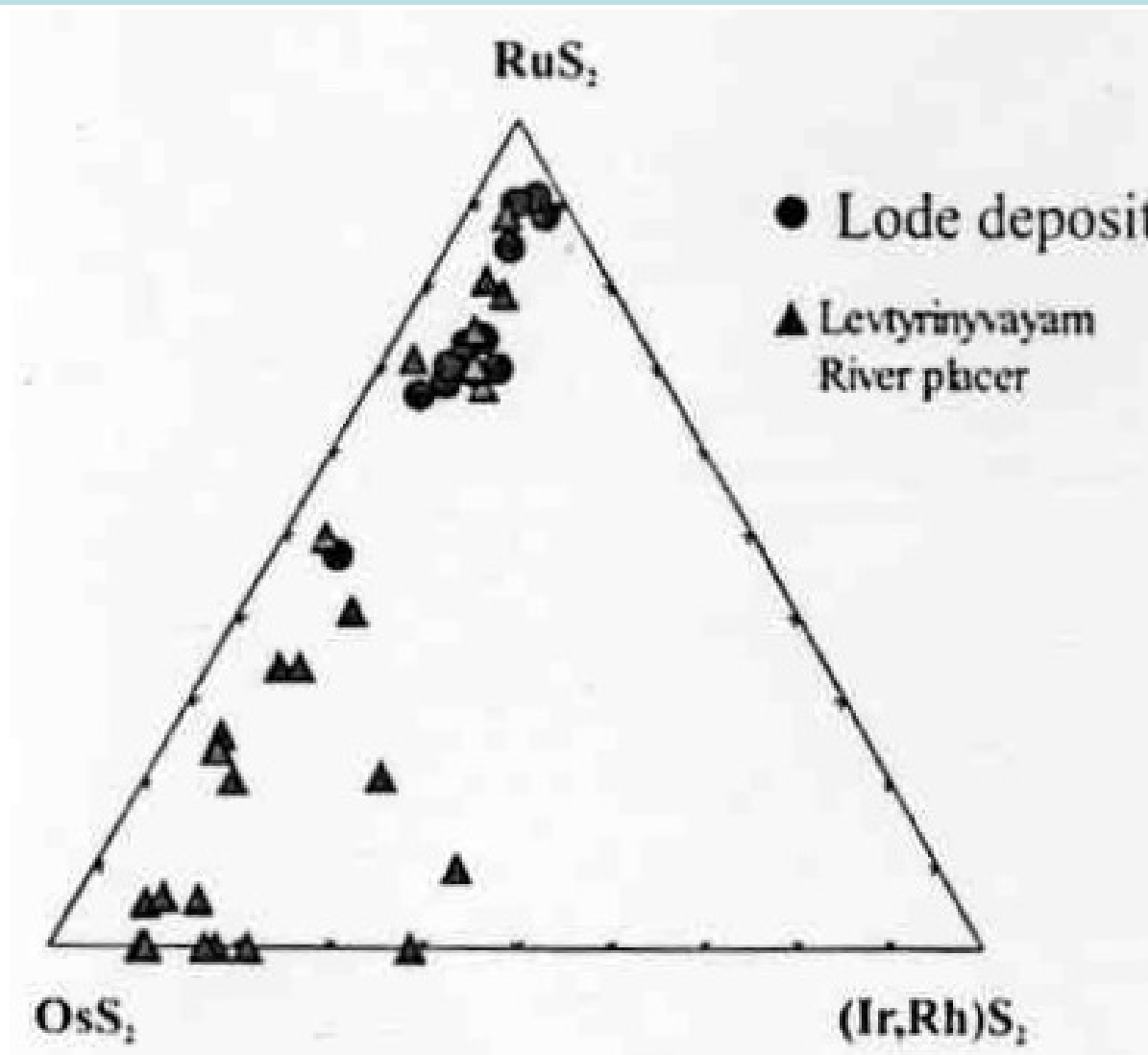
Снимки в
отражённых
электронах

лаурит

Ru-эрлихманит

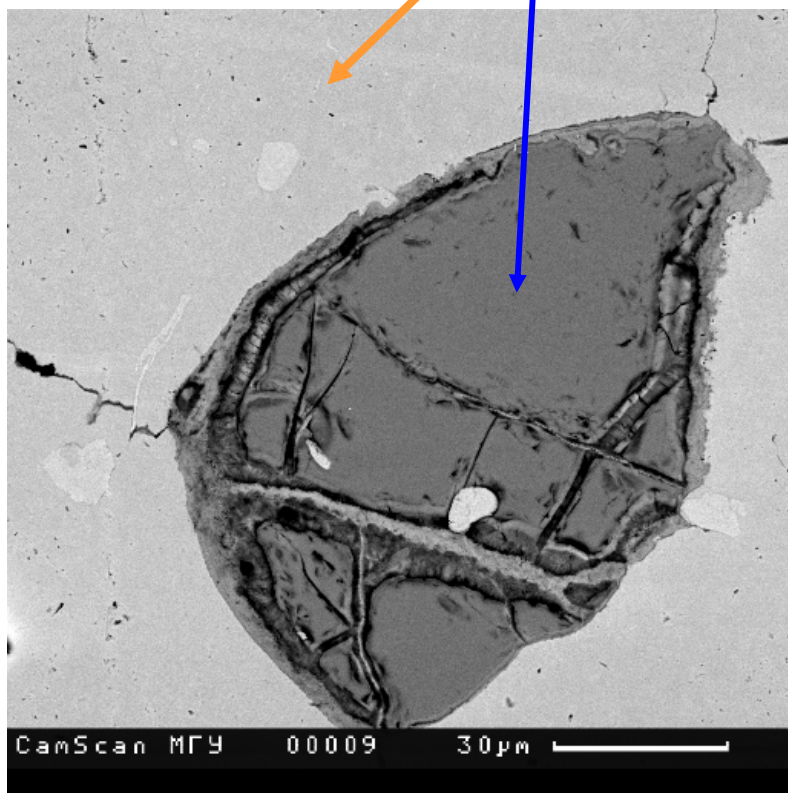
CamScan MГУ 00004 10µm

Платиноиды в дунитах дунит-верлит-клинопироксенит-габбровых плутонов Состав лаурита-эрлихманита. Корякия

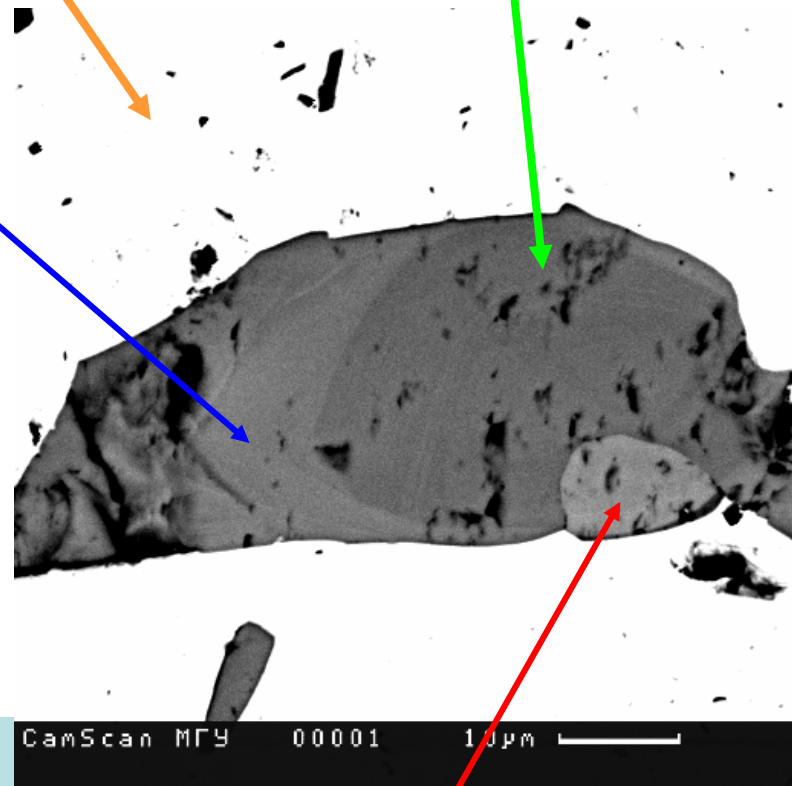


Платиноиды в дунитах дунит-верлит-клинопироксенит-габбровых плутонов

кашинит Ir_2S_3 – бовиит Rh_2S_3
в изоферроплатине (матрица)



Гальмознальский



Снимки в
отражённых
электронах

лаурит

Уральский (нижнетагильский) –
аляскинский (гудньюсбей)
тип платиноидной минерализации
(основной россыпеобразующий –
Урал, Колумбия, Корякия, Аляска...)

Главный минерал – иридистая изоферроплатина Pt_3Fe с
ламеллями распада и обособлениями иридия, осмистого
иридия, платинистого иридия, осмия, тетраферроплатины
 $PtFe$. Второстепенные – осмиридий, иридосмин,
самородное золото-электрум, кашинит-бовит, лаурит-
эрлихманит, куперит PtS , купроиридсит $CuIr_2S_4$, брэггит
(Pt, Pd, Ni) S , сперрилит $PtAs_2$, миассит $Rh_{17}S_{15}$

Дунит-верлит-клинопироксенит-габбровые плутоны

Нередко плутоны данной формации в той или иной, нередко в значительной степени, тектонизированы и серпентинизированы. Серпентинизированные дуниты данной формации похожи на альпинотипные, Поэтому нужна определённая осторожность в определении формационной принадлежности. Помогут: состав хромшпинелидов, состав платиноидов, состав клинопироксенов, геохимия пород и минералов.

Олег Константинович Иванов – лучший из современных исследователей платиноносных дунит-клинопироксенит-габбровых интрузивов Урала



с другими
геологами
в карьере
Гусево-
горского
месторож-
дения.

2009 г.