

**ДУНИТ-ВЕРЛИТ-КЛИНОПИРОКСЕНИТОВЫЕ КОМПЛЕКСЫ
В АЛЬПИНОТИПНЫХ ГИПЕРБАЗИТОВЫХ МАССИВАХ
СРЕДНЕГО И ЮЖНОГО УРАЛА**

Л.Д. Булыкин, И.С. Чашухин

Дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс является неременным членом полного разреза офиолитов. На Пенроузской конференции американских и европейских геологов был принят «Офиолитовый манифест», согласно которому в вертикальной офиолитовой последовательности этот комплекс вместе с габбро занимает место между метаморфическими ультрамафитами ряда дунит-гарцбургит-лерцолит (внизу) и дайковым комплексом (вверху)

[Anonymous, 1972; Nicolas, 1989]. В ненарушенных разрезах установлена закономерная последовательность снизу вверх: дуниты – верлиты – оливиновые клинопироксениты – клинопироксениты – габбро; ортопироксен и плагиоклаз по сравнению с клинопироксеном, как правило, встречаются реже, приурочены к верхам разреза и не образуют мощных мономинеральных слоев [Колман, 1979]. Отмечено, что первоначально полный разрез офиолитов в ходе после-

дующих тектонических событий может быть неполным, расчлененным и измененным, о чем свидетельствует, как правило, тектонический характер контактов между отдельными членами офиолитовой последовательности.

В статье излагаются результаты изучения строения дунит-верлит-клинопироксенитового комплекса в наиболее сохранившихся его проявлениях в офиолитах Среднего и Южного Урала. В ней использованы результаты многолетних исследований, выполненных первым автором в ходе геолого-съемочных и тематических работ Уральского территориального геологического управления, а также другие опубликованные материалы.

По особенностям строения и условиям локализации дунит-верлит-клинопироксенитовые комплексы Среднего и Южного Урала в первом приближении можно разделить на две основные группы: полосчатые и массивные шлирово-такситовые (иногда существенно диаллагитовые, которые часто находятся в совместном залегании. Взаимоотношения между этими группами остаются недостаточно ясными. Первая группа представлена в Верхнетагильском, Верхнейвинском и Ключевском массивах Среднего Урала и в пределах Нуралинского и Таловского массивов Южного Урала. Шлирово-такситовые оливин-клинопироксенитовые породы развиты практически во всех массивах, где в том или ином объеме встречаются габброиды.

Наиболее совершенная по морфологии полосчатость наблюдается в Верхнетагильском массиве (горы Теплая, Бурундук и Башенная). В строении массива принимают участие дуниты, клинопироксениты, верлиты и габбро. Достоверные данные о наличии гарцбургитов отсутствуют. Клинопироксениты слагают северную и северо-западную части массива. Их выходы известны также в центре массива среди антигоритовых серпентинитов, первичная природа которых неясна (горы Перевальная, Голая, Малая, Паленая). Верлиты встречаются преимущественно на контакте с дунитами и среди антигоритовых серпентинитов на горе Поганой. Южная часть массива представлена аподунитовыми серпентинитами. В ряде мест (горы Теплая, Башенная) в приконтактных с дунитами участках наблюдается полосчатость, обусловленная четкой перемежаемостью серпентинизированных дунитов с полосами клинопироксенитов. Мощность полос варьирует от 2-5 мм

до нескольких сантиметров, азимут простирания 285° , падение почти вертикальное с небольшими отклонениями к северу или югу. Переходы между полосами быстрые, но не резкие. Иногда в этих полосах можно наблюдать неравномерное распределение клинопироксена, обусловленное постепенным ростом его количества вкост простирания полос. Клинопироксениты представлены мелкозернистыми разностями с содержанием в пироксене до 53 % CaSiO_3 . Для полос аподунитовых серпентинитов характерна высокая насыщенность магнетитом, который также группируется в полосы мощностью от 1-2 до 4-5 мм, согласные с простиранием дунитовых и пироксенитовых полос. Железистость оливина достигает 12 %. Суммарная видимая мощность пород дунит-клинопироксенитового полосчатого комплекса составляет около 30 м. Вместе с тем изредка наблюдаются 2-5 мм прожилки клинопироксенитов (г. Теплая), секущие полосчатость. Непосредственно к северу на горе Голой обнажается габбро, которое также имеет отчетливо полосчатую текстуру, ориентированную согласно с полосчатостью пород дунит-клинопироксенитового комплекса.

Однако преобладающая часть дунит-верлит-клинопироксенитового комплекса в Верхнейвинском массиве сложена шлирово-такситовыми крупно- и грубозернистыми клинопироксенитами (диаллагитами), которые имеют с аподунитовыми серпентинитами неотчетливый причудливо-извилистый контакт. Местами (г. Малая) грубозернистые диаллагиты залегают в форме жил. Полосчатые дунит-клинопироксениты среди шлирово-такситовой массы оливин-клинопироксеновых пород находятся в форме блоков, напоминающих скиалиты.

В расположенном непосредственно южнее Верхнейвинском массиве дунит-клинопироксенитовые комплексы также неоднородны. В северной части, в частности на горе Бунар, наблюдается последовательная смена пироксенитов оливиновыми пироксенитами и далее — клинопироксен-содержащими дунитами мощностью порядка 200, 150 и 400 м, соответственно (рис. 1). В верхней части разреза залегают полосчатые габбро с линзами пироксенитов.

В разрезе по р. Черный Шишим, в Шеромских и Жужинских горах широко развиты шлирово-такситовые оливин-диаллаговые породы с различными по форме обособлениями серпентинизированных дунитов, переходящих

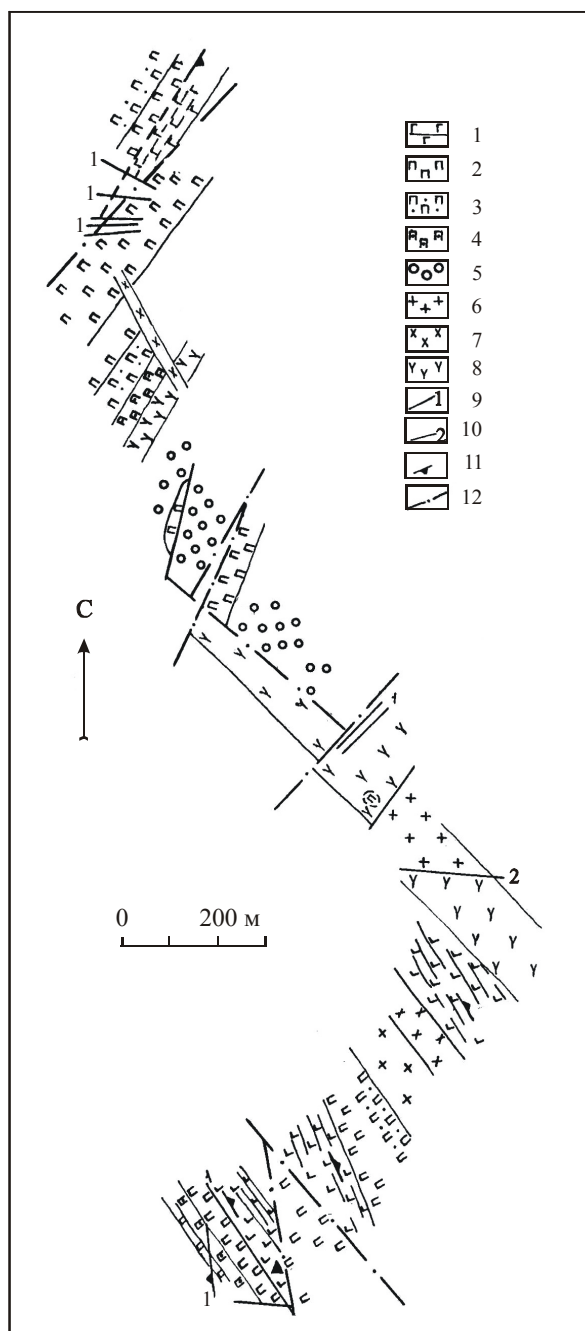


Рис. 1. Разрез Верхневинского массива по перевалу г. Бунар (по Шилову В.А.).

1 – полосчатые габбро с шлирами пироксенитов; 2 – пироксениты; 3 – пироксениты оливин-содержащие; 4 – пироксениты оливиновые с шлирами дунитов; 5 – дуниты пироксенсодержащие; 6 – метаплагиограниты; 7 – метадiorиты; 8 – габбро-диабазы; 9 – диабазы; 10 – диориты; 11 – полосчатость; 12 – тектонические нарушения.

падном, а в восточном крыле Восточно-Уральского поднятия.

Дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс расположен в юго-западной части массива. На севере он по тектоническому нарушению граничит с дунит-гарцбургитовым комплексом. По нашим данным, наиболее представительный разрез по породам этого комплекса вскрыт руслом р. Исеть, выше ее слияния с р. Сысерть. В основании комплекса залегают дуниты мощностью не менее 200 м. Степень серпентинизации составляет в среднем 30-40%, но в отдельных зонах, особенно в северной части, достигает 100%. Оливин содержит в среднем 8-9 % Fa, в участках развития хромитов опускается до 3-5 %. Скальные выходы дунитов, обнаженные непосредственно севернее (выше) слияния рек Исеть и Сысерть, сменяется сложным чередованием дунитов, верлитов и клинопироксенитов суммарной мощностью не менее 100 м. Мощность отдельных прослоев варьирует от первых сантиметров до нескольких метров.

Полосчатость в Ключевском массиве носит более грубый, чем в Верхнетагильском, характер, нередко кулисообразное расположение и быстрое выклинивание по простиранию. Моноклиновый пироксен по составу относится к эндиопсиду. Размер зерен 0,3-0,8 мм. К северу, на протяжении около 500 м, обнажаются породы шлирово-такситового дунит-верлит-клинопироксенитового комплекса, представленные хаотично перемежающимися участками аподунитовых серпентинитов и разномасштабных, преимущественно крупно- и грубозернистых, диаллацитов, местами переходящих в верлиты.

Отчетливо полосчатое строение имеет дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс Нуралинского массива [Рудник, 1965], в соста-

в апогарцбургитовые антигортитовые серпентиниты. По линии гор Медвежка – Висячий Камень – Перевал наблюдается переход метагаббро → верлиты → серпентинизированные дуниты → апогарцбургитовые серпентиниты. Клинопироксен представлен зернами эндиопсида размером 1-5 см. Оливин, как правило, нацело замещен антигортитом.

Краткие сведения о Ключевском массиве приведены в публикациях [Павлов, Григорьева-Чупрынина, 1973; Щербаков 1990]. По размеру он сопоставим с Верхнетагильским (17х8 км), но, в отличие от последнего, залегает не в за-

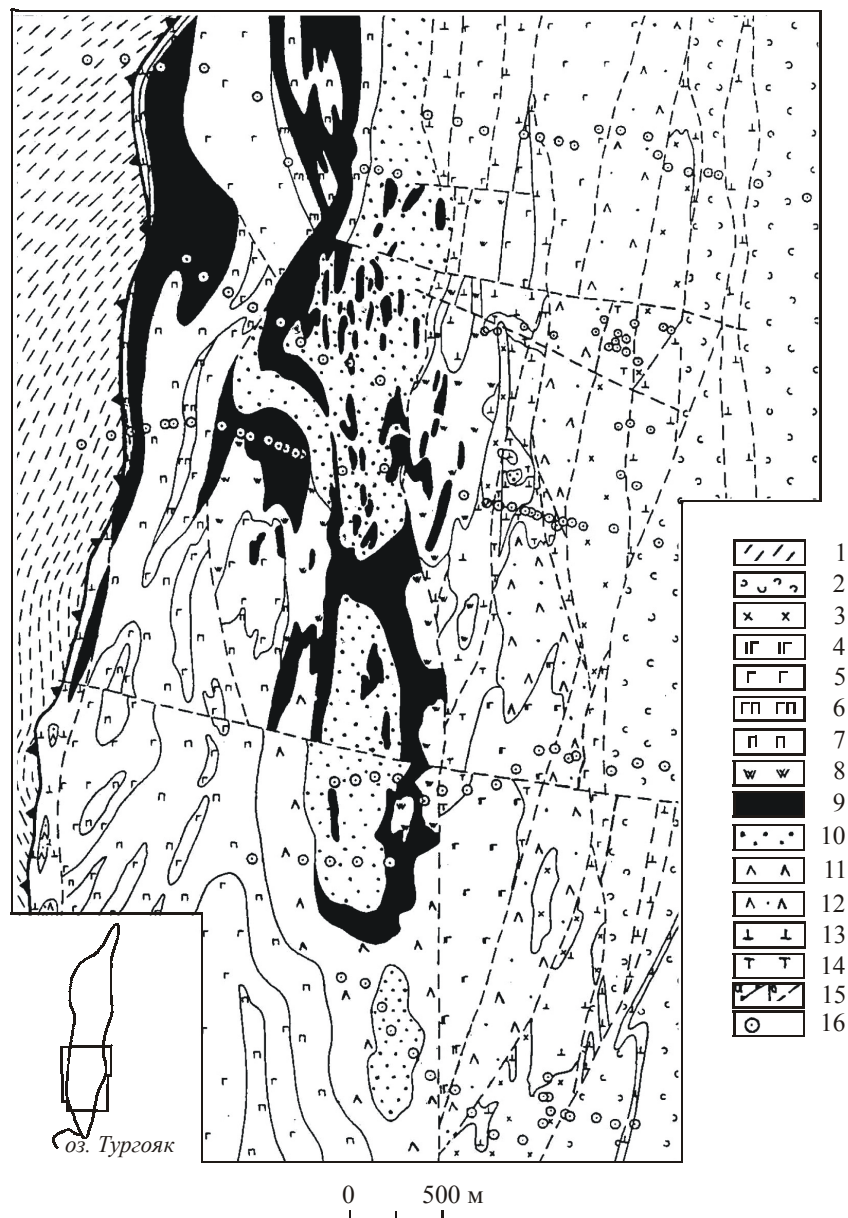
ве которого находятся клинопироксениты сингенетичные и эпигенетичные по отношению к дунитам [Булыкин, 1977]. Большое сходство с Нуралинским массивом обнаруживает интенсивно дислоцированный массив Таловских гор, сложенный лерцолитами, гарцбургитами, дунитами, клинопироксенитами и габбро (рис 2). Дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс обнажен в береговых промоинах р. Тыелга. Судя по скважинам, его мощность составляет не менее 200 м. В основании комплекса, непосредственно выше гарцбургитов выделяется прерывистый горизонт дунитов мощностью до 30 м.

Дуниты постепенно переходят в полосчатые дунит-клинопироксениты, по составу и текстуре полностью аналогичные нуралинским. Мощность клинопироксенитовых и верлитовых прослоев колеблется от нескольких миллиметров до первых сантиметров, местами до нескольких метров. Прослой дунитов имеют мощность от 10-15 сантиметров до первых метров. Железистость оливина варьирует от 8 % в основании разреза до 10-12 % в верхах. Клинопироксен соответствует эндиопсиду. Степень серпентинизации дунитов от 60 до 100%.

Несколько особняком стоят дунит-верлит-

Рис. 2. Геологическая карта южной части Таловского габбро-гипербазитового массива.

1 – докембрийские образования Урал-Тау; 2 – осадочно-вулканогенные образования среднего палеозоя Магнитогорской зоны; 3 – диориты и кварцевые диориты; 4 – габбро, габбро-диориты, пироксениты; 5 – габбро пироксеновые, соссюритовые, габбро-амфиболиты; 6 – полосчатая перемежаемость габбро и пироксенитов; 7 – клинопироксениты; 8 – верлиты серпентинизированные; 9 – дуниты серпентинизированные, серпентиниты аподунитовые; 10 – субритмичная полосчатая перемежаемость дунитов, верлитов, клинопироксенитов; 11 – гарцбургиты, лерцолиты, дуниты серпентинизированные нерасчлененные; 12 – серпентиниты апограцбургитовые, аподунитовые, аполерцолитовые нерасчлененные; 13 – серпентиниты антигоритовые генетически неясные; 14 – листвениты, тальк-карбонатные породы, талькиты, хлоритовые, амфибол-хлоритовые породы; 15 – разломы: надвиги (а), другие (б); 16 – скважины.



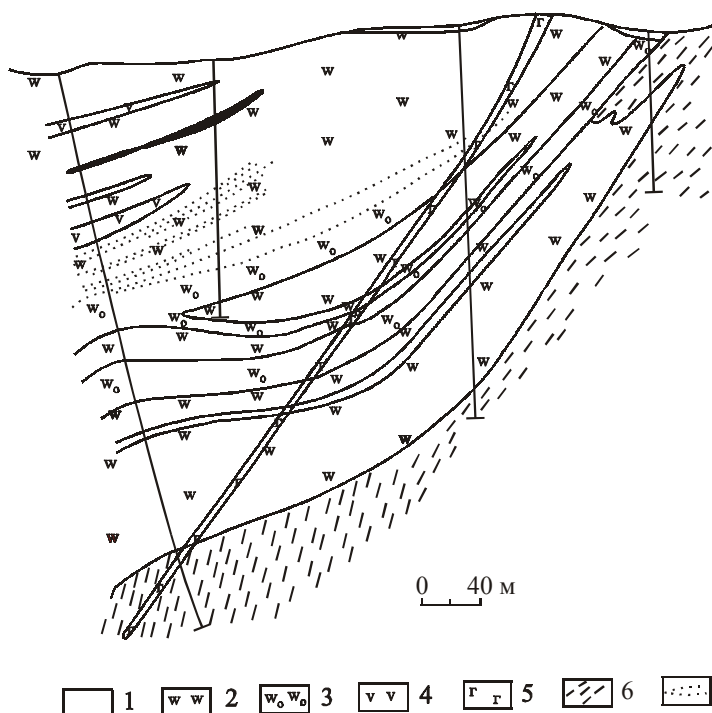


Рис. 3. Строение пироксенитов в южной части Хабаровинского массива.

1 – четвертичные отложения; 2 – пироксениты; 3 – пироксениты оливиновые; 4 – тонкополосчатое чередование дунитов и пироксенитов; 5 – габбро-диабазы; 6 – габбро-амфиболиты, амфиболиты; 7 – вкрапленность сульфидного никеля.

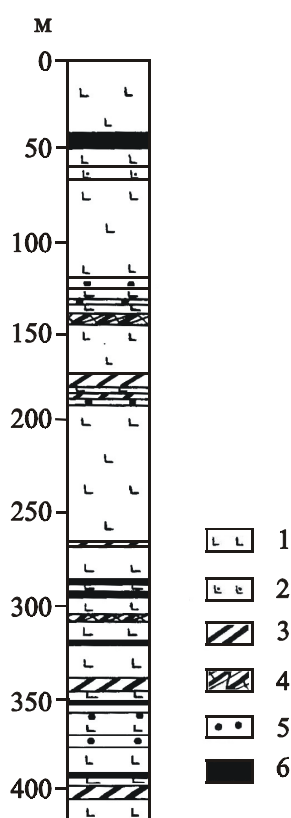


Рис. 4. Геологический разрез Сахаринского массива по скв. 1351.

1 – габбро; 2 – габбро оливиновое; 3 – пироксенит плагиоклазовый; 4 – пироксенит; 5 – верлит; 6 – дунит.

пироксенитовые комплексы Хабаровинского и Сахаринского массивов. Они выделяются своеобразным минеральным парагенезисом и условиями залегания [Ферштатер и др., 1982; Петрология..., 1991]. Полосчатость в дунит-верлит-пироксенитовых комплексах этих массивов проявлена фрагментарно (рис. 3).

В зоне перехода габбро → клинопироксенит → дунит Сахаринского массива наблюдается чередование габбро с дунитами, неизвестное в альпинотипных массивах Урала (рис. 4).

Массивные шлирово-такситовые дунит-верлит-клинопироксенитовые комплексы характеризуются неоднородностью состава, неправильностью формы и неравномерным распределением ультраосновных пород по падению и простиранию, постоянным колебанием количественных соотношений и размера породообразующих минералов, широким развитием грубозернистых и пегматоидных структур. Наиболее представительными комплексами этих пород являются Аккермановский и г. Кирпичной. Ветвящиеся жилы аналогичных пород широко развиты среди дунитов в центральной части Хабаровинского массива.

Относительно происхождения дунит-верлит-клинопироксенитовых комплексов офиолитов в настоящее время превалирует магматическая точка зрения. По мнению большинства исследователей, породы, слагающие эти комплексы, представляют собой кумулятивные перидотиты, постепенно вверх переходящие в расслоенные габбро [Колман, 1979]. При этом не исключается участие в формировании верлитов ксенокристов оливина и хромшпинели нижележащих дунитов дунит-гарцбургитового комплекса, а корректность использования несомне-

стимых элементов при обосновании кумулусной природы комплекса оспаривается [Nicolas, 1998]. Магматическое происхождение дунит-верлит-клинопироксенитового комплекса Хабарнинского массива обосновывается в ряде работ российских исследователей [Ферштатер и др., 1982; Петрология..., 1991]. С нашей точки зрения можно предполагать магматическую природу полосчатых дунит-клинопироксенитов гор Теплая и Бунар на Верхнетагильском и Верхнейвинском массивах, соответственно. С другой стороны, представляется вероятным, что шпиро-такситовые комплексы, более поздние по отношению к полосчатым, являются метасоматическими. При этом ведущим процессом является привнос кальция и образование клинопироксенитов по гарцбургитам; синхронно, за счет освобождающегося при этом магния, происходит образование дунитов. Таким образом формируется зональность гарцбургит – дунит – клинопироксенит. Вероятным источником кальция являются габброиды и сопутствующие им эманации, наиболее активно проявляющиеся в ослабленной зоне на границе коры и мантии.

В.И. Ваганов [Ваганов, 1974] экспериментально показал возможность метасоматического преобразования гарцбургитов в дунит-верлит-клинопироксенитовый комплекс под воздействием кальцийсодержащих растворов при температуре выше 520°C. Метасоматическая природа клинопироксенитов Ключевского массива подтверждена петроструктурными исследованиями [Щербаков, 1990]. Уместно при этом упомянуть о том, что образование полосчатости в дунит-гарцбургитовых массивах зачастую объясняется процессами магнезиального метасоматоза. Однако, по всей видимости, этот процесс носит более сложный характер, т.к. в ряде случаев полосчатое распределение дунитов и гарцбургитов, скорее всего, обязано метаморфической дифференциации. В частности, ею можно объяснить полосчатость в дунит-гарцбургитовом комплексе Халиловского массива [Булыкин, Никитин, 1975]. Нельзя исключать существенную роль этого процесса и при образовании полосчатости при формировании пород дунит-клинопироксенитового комплекса.

Список литературы

- Булыкин Л.Д., Золотов К.К. Дуниты Алапаевского массива и месторождения хромитов с ними связанные. Магматизм, метаморфизм в геологической истории Урала. Тез. III Уральского петрогр. совещ. Т. III. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1974. С. 54-55.
- Булыкин Л.Д., Андреев М.И. Структурно-петрографические комплексы и металлогеническая зональность в массивах альпинотипных гипербазитов Урала // Рудоносные, рудные и нерудные формации Урала. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1985. С. 11-15.
- Булыкин Л.Д. К минералогии и петрологии дунит-клинопироксенитовых комплексов в альпинотипных гипербазитах Урала // Тр. ИГГ УНЦ АН СССР. Мин. сб. № 13. Свердловск: УНЦ АН СССР, 1977. С. 58-62.
- Булыкин Л.Д. Структурная позиция и главные генетические типы хромитовых месторождений в гипербазитах Среднего и Северного Урала // Рудообразование в геологической истории Урала. М.: Недра, 1987. С. 38-47.
- Булыкин Л.Д., Никитин И.И. Новая для Урала горная порода из группы ультраосновных // Докл. АН СССР. 1975. Т. 220. № 1. С. 198-200.
- Ваганов В.И. Петрология Хадатинского ультрабазитового массива на Полярном Урале. Автореф... дис. канд. геол.-мин. наук. МГУ. 1974. 22 с.
- Колман Р.Г. Офиолиты. М: Мир, 1979. 262 с.
- Павлов Н.В., Григорьева-Чупрынина И.И. Закономерности формирования хромитовых месторождений. М.: Наука, 1973. 197 с.
- Петрология постгарцбургитовых интрузивов Кемпирсайско-Хабарнинской офиолитовой ассоциации (Южный Урал) / Под ред. Г.Б. Ферштатера, А.П. Кривенко. Свердловск: УрО АН СССР, 1991. 158 с.
- Рудник Г.Б. Петрогенезис ультраосновных пород Нуралинского массива на Южном Урале // Соотношение магматизма и метаморфизма в генезисе ультрабазитов. М.: Наука, 1965. С. 68-100.
- Щербаков С.А. Пластические деформации ультрабазитов офиолитовой ассоциации Урала. М.: Наука, 1990. 150 с.
- Ферштатер Г.Б., Бородин Н.С., Пушкарев Е.В., Чащухина В.А. Габбро и гранитоиды, ассоциированные с гипербазитами Кемпирсайского и Хабарнинского массивов на Южном Урале // Препринт. Свердловск: УрО АН СССР, 1982. 75 с.
- Anonymous. Penrose field conference on ophiolites. 1972. Geotimes. V. 17. P. 24-25
- Nicolas A. Structures of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere. Dordrecht – Bosron – London: Kluwer Academic Publishers. 1989. 367 p.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ, проекты 04-05-64436, НШ-85.2003.5, и Госконтракта № 10002-251/0113-2/182-353/150704-622 по Программе ОНЗ РАН.