

В России на территории Мурманской области и Республики Карелия учтены прогнозные ресурсы платино-палладиевых (малосульфидных) месторождений стиллуотерского типа (Ковдор-Зеленоборский и Центрально-Кольский рудные районы, рудные поля и рудопроявления Восточно- и Западно-Панского, Вуручуйвенч, Мончегорского, Мончетундровского, Луккулайсварского массивов), типов платриф (Федоротундровский массив) и хартли (Бураковский массив).

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Геология* и генезис месторождений платиновых металлов. —М.: Наука, 1994.
2. *Кочнев-Первухов В.И., Заскин Е.С., Конкина О.М.* и др. Оценка платиноносности мафит-ультрамафитовых массивов // Руды и металлы. 1995. № 4. С. 20—28.
3. *Латыпов Р.М., Митрофанов Ф.П., Скиба В.И.* и др. Расслоенный интрузив Западно-Панских Тундр, Кольский полуостров: механизм дифференциации и последовательность становления // Петрология. 2001. Т. 9. № 3. С. 254—293.
4. *Николаев Г.С., Коптев-Дворников Е.В., Ганин В.А.* и др. Вертикальное строение Бураковско-Аганозерского расслоенного массива и распределение петрогенных элементов в его разрезе // Докл. РАН. 1996. Т. 347. № 6. С. 799—801.
5. *Cameron E.N.* The lower zone of the Eastern Bushveld complex in Olifants rifer trough // Journ. Petrol. 1978. Vol. 19. Part 3. P. 437—462.
6. *Cameron E.N.* Evolution of the lover critical zone, Central sector Eastern Bushveld complex and its chromite deposits // Econ. Geol. 1980. Vol. 75. № 6. P. 845—871.
7. *Cameron E.N.* The upper critical zone of the Eastern Bushveld complex — precursor of the Merensky reef // Econ. Geol. 1982. Vol. 77. № 6. P. 1307—1327.
8. *Ehlers D.L., du Toit M.C.* Explanation of the Nylstroom metallogenic map, sheet 2428, scale 1:250 000. —Council for Geoscience. 2002.
9. *Gain S.B., Mostert A.B.* Geological setting of the platinoid and base metal sulfide mineralization in the Platreef of the Bushveld complex in Drenthe, North of Potgietersrus // Econ. Geol. 1982. Vol. 77. № 6. P. 1395—1404.
10. *Hoatson D.M., Keays R.R.* Formation of platiniferous sulfide horizons by crystal fractionation and magma mixing in the Munni-Munni layered intrusion, West Pilbara Block, Western Australia // Econ. Geol. 1989. Vol. 84. № 7. P. 1775—1803.
11. *Mc Callum I.S., Radeke L.D., Mathez E.A.* Investigation of the Stillwater complex: part I. Stratigraphy and structure of the banded zone // Amer. Journ. of Science. 1980. Vol. 280-A. P. 59—87.
12. *Oosterhuis W.R.* Explanation of the Pilgrim's Rest metallogenic map, sheet 2430, scale 1:250 000. —Council for Geoscience. 2002.
13. *Schissel D., Tsvetkov A.A., Mitrofanov F.P.* et. al. Basal platinum-group elements mineralization in the Fedorov Pansky layered intrusion, Kola peninsula, Russia // Econ. Geol. 2002. Vol. 97. № 8. P. 1775—1803.
14. *Todd S.G., Keit D.W., Le Roy L.W.* et al. The J-M Platinum-Palladium reef of the Stillwater complex, Montana: geology and guide. Spec. Publ. 92. 1985.
15. *Wilson A.H., Tredoux M.* Lateral and vertical distribution of platinum-group elements and petrogenetic controls on the sulfide mineralization in the P1 pyroxenite layer of Gread Dyke, Zimbabwe // Econ. Geol. 1990. Vol. 85. P. 556—584.

УДК 553.481

А.В.Салаев, 2006

## Геология никеленосных массивов ультрамафитов Ийско-Кукшерского прогиба (Восточный Саян)

А.В.САЛАЕВ (ФГУП «Иркутскгеофизика»)

В Ийско-Кукшерском прогибе Бирюсинской глыбы наибольшее количество рудоносных массивов ультрамафитов закартировано в бассейнах рек Желос, Дергапсы, Токты-Ой, Мандрюк. Согласно исследованию А.С.Мехоношина, Т.Б.Колотилиной и др. [1, 2, 3], минеральный состав ультрамафитов достаточно однообразен и отвечает амфиболитизированным лерцолитам. По их мнению, ультрамафиты — слабодифференцированные производные пикритовых магм. Лерцолитовые тела участвовали в складчатости, а формировались в условиях высоких давлений. Они тесно ассоциируют с амфиболитами, чаще локализуясь среди них, нередко образуют самостоятельные тела среди осадочных метаморфических пород.

Нами изучались гипербазит-базитовые массивы Мантагырский, Желосский, а также ультрабазитовый Токтыойский, в результате чего получены дополнительные данные по особенностям их строения и рудоносности.

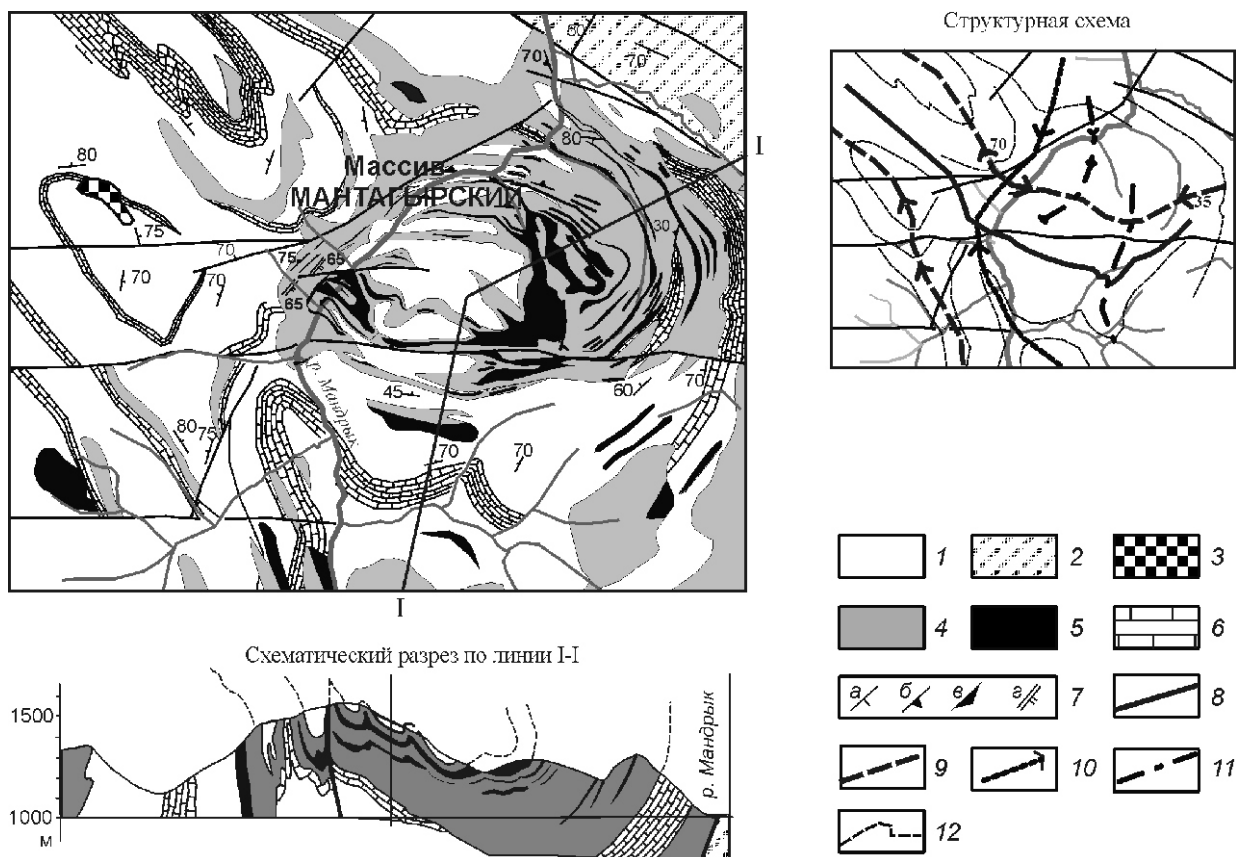
**Массив Мантагырский**, площадь которого 22 км<sup>2</sup>, расположен на водоразделе рек Мандрюк и Мантагыр (рис. 1). Он сложен метаморфизованными основными (амфиболиты) породами и ультрабазитами в соотношении (3—5):1, нередко чередующимися с мраморами, кальцифирами, гнейсами биотитовыми, дистен-гранат-биотитовыми, гранат-биотитовыми, двуслюдяными, реже кварцитами алхадырской свиты нижнего протерозоя. В породах отмечается развитие

мигматизации (вплоть до мигматитов), сопровождаемой образованием жил микроклиновых пегматитов, лейкогранитов, мусковитизацией и биотитизацией пород.

В массиве развиты разрывные нарушения северо-восточного и субширотного плана. Падение разломов обычно крутое. По широтным разломам отмечаются левосдвиговые смещения с дроблением, катаклизом, милонитизацией, а также окварцеванием, сульфидизацией (с пирротином, пиритом).

Породы массива смяты в сложнопостроенную опрокинутую к югу синформную структуру субширотного простирания. Форма массива чашеобразная. В южной и юго-западных частях мощность массива амфиболитов уменьшается. В восточном центриклинальном замыкании структуры шарнир погружается на запад под углами 70—75°, предполагается крутое погружение западного контакта интрузии на восток.

В центральной и южной частях массива в ядрах синформных структур обнажаются гнейсовые толщи алхадырской свиты. Геологические наблюдения и магнитометрические данные свидетельствуют об относительно пологом (20—40°) погружении шарниров, сложенных ультрабазитами складок на запад на правобережье р.Мандрюк. Широкое проявление складок в центральной и южной частях рассматриваемого массива, по-видимому, обуслов-



**Рис. 1. Мантагырский массив:**

*I* — алхадырская свита (сланцы, гнейсы, кварциты, кальцифиры, мраморы); 2 — хайламинская толща (гнейсы, мигматиты, амфиболиты); 3 — саянский комплекс (граниты лейкократовые, гранодиориты); 4 — урдаокинский комплекс (амфиболиты); 5 — перидотиты метаморфизованные; 6 — мраморы, кальцифиры; 7 — элементы залегания: *a* — слоистость, *b* — сланцеватость, *в* — гнейсовидность, *г* — отдельность; оси складок первого этапа: 8 — антиклинальных, 9 — синклинальных; оси складок второго этапа: 10 — антиформных и 11 — синформных; 12 — структурные линии

лено меньшей сплошностью массива амфиболитов, где имеет место чередование гнейсов и магматических субпластовых тел, относительно легко сминаемых в складки. Более монолитная северо-восточная часть массива менее подвержена мелкой складчатости.

По данным магнитометрии тела перидотитов фиксируются аномалиями интенсивностью от первых сотен до 4000 нТл. Их магнитная восприимчивость от первых сотен до  $13\ 000 \cdot 10^5$  ед.СГС. Поля развития перидотитов отражены и в материалах аэромагнитной съемки. Наиболее интенсивные магнитные аномалии ложатся на южную часть массива, что подтверждается и наземными исследованиями. В этой части массива наблюдаются наиболее высокие значения магнитной восприимчивости.

Для тел сульфидизированных пород характерны отрицательные аномалии естественного электрического поля интенсивностью до 300—600 мВ, часто совмещенные с аномалиями магнитного поля интенсивностью до первых тысяч нанатесла.

Ультрамафиты залегают, как правило, среди амфиболитов. Форма тел субпластовая, мощности от первых метров до 50—70 м, реже более. Откартировано несколько десятков тел протяженностью до 4,5 км. Широкие в плане тела перидотитов наблюдаются на участках развития складчатости и бронирования ими склонов. В центральной и

южной частях массива тела ультрамафитов более мощные (до 70 м), чем в северной и восточной (до 10 м, реже более) частях.

Анализ морфологии складчатых дислокаций показывает проявление в массиве минимум двух этапов складчатости (пересекающаяся складчатость). В результате складкообразования тела перидотитов испытали разрывы сплошности, будинирование, иногда опрокидывание. Отмечается грубая рассланцовка в перидотитах центральной части массива, имеющая крутое северное падение. Вероятно, она отражает реликты кливажных структур, образованных в процессе складчатости.

Перидотиты амфиболлизированы (до 80% амфибола). Отмечается серпентинизация, количество серпентина до 10% [2]. Амфиболиты средне-, крупнозернистые роговообманково-плагноклазовые с подчиненным количеством сфена, ильменита и сульфидов.

Сульфидная минерализация чаще проявлена в телах перидотитов, тяготеющих к кровлевой части массива амфиболитов в близосевой части синформы. Здесь развиты максимальные концентрации сульфидов. Для ультрамафитов нижней части массива развитие сульфидной минерализации менее характерно. Морфология тел сульфидизированных пород близка к субпластовой, линзовидной, мощность до 42 м. Содержания сульфидов обычно от долей процента до

3—5% (участками достигая 10—15%). В телах перидотитов сульфиды тяготеют к лежащему боку. Комплексом методов отдельные тела сульфидизированных перидотитов прослежены на расстояния до 1,2 км при мощности до 20 м. Выделяются сульфиды как явно магматические, так и связанные с зонами вторичной переработки.

В сульфидизированных перидотитах в редких пробах установлены относительно низкие содержания Au до 0,484 г/т, Ni до 0,15%, Cu до 0,047%. Содержание Pt до 0,58 г/т, Ag до 1,2 г/т, Pd до 0,15 г/т.

Сульфиды в гипербазитах представлены вкрапленными пирротином, пентландитом, халькопиритом, реже пиритом. Они расположены как в межзерновом пространстве, так и каплеобразных выделениях. Каплевидные мелкие выделения имеют постоянное соотношение пирротин/пентландит (1/5—1/10). Во вторично сульфидизированных породах пентландит, как правило, отсутствует. Сульфидная минерализация отмечается в амфиболитах в количествах не более первых процентов (иногда до 15%), в кальцифирах (пирротин до 3%), пироксеновых кристаллосланцах (пирротин до 10%), реже в гнейсах (пирротин до 5%). Магнезиальность перидотитов относительно низкая (MgO 18,6—25,7).

**Желосский массив** амфиболитов расположен на правом берегу р. Желос, имеет неправильную форму. Его площадь около 1,5 км<sup>2</sup>, протяженность около 3 км, мощность 0,4 км. Сложен массив амфиболитами, вмещающими тела перидотитов. Породы, окружающие массив, представлены мраморами, кальцифирами, гнейсами биотитовыми, двус-

людяными, реже кварцитами алхадырской свиты. Незначительно развиты дайки и покровы базальтоидов тиссинского комплекса неогена (рис. 2). Во вмещающих породах также развиты субсогласные пластовые тела перидотитов.

В гнейсах, реже в амфиболитах, отмечается развитие мигматизации (вплоть до мигматитов), сопровождаемое образованием жил микроклиновых пегматитов, мусковитизацией пород. На контакте с основными породами в мраморах появляется пироксен.

Породы алхадырской свиты смяты в сложнодислоцированные изоклиальные складки различного порядка, часто опрокинутые с падением крыльев под углами 40—75°. По характерным признакам диагностируются складки двух этапов (пересекающаяся складчатость), аналогичные наблюдаемым в Мантагырском массиве. Массив амфиболитов образует синформную структуру северо-западного простирания. В краевых частях амфиболиты расланцованы, мигматизированы. Во вмещающих породах согласные тела ультрамафитов, реже амфиболитов часто в деталях повторяют и подчеркивают флексуобразные изгибы поздних складок.

Падение разломов обычно крутое (80°), отмечаются межслоевые срывы. По широтным разломам наблюдаются левосдвиговые смещения, дробление, окварцевание, иногда мелкие складки с крутопогружающимися шарнирами. По межслоевым срывам наблюдаются милониты, катаклазиты, сопровождаемые окварцеванием, сульфидизацией (пирротин, пирит, халькопирит), лимонитизацией, омарганцеванием (с вадом).

По данным магнитометрии тела перидотитов фиксируются аномалиями интенсивностью от 500 до 8800 нТл. Их магнитная восприимчивость (300—7000)  $10^5$  ед. СГС.

Установленная мощность тел перидотитов до 50 м, протяженность до 2 км. Морфология зон сульфидизации также близка к субпластовой при протяженности до 500 м. В массиве амфиболитов направление падения тел ультрамафитов пологое северо-западное, за его пределами субсогласное залеганию мраморов.

Петрографические особенности магматических и метаморфических пород массива и его обрамления аналогичны описанным Мантагырского массива. Сульфиды представлены вкрапленными пирротином, халькопиритом, реже пиритом. Количество сульфидов колеблется от долей процента до 10%. В шлифах установлены (в %): магнетит 2—5, пирротин 2—5, халькопирит 2—3, пирит 1, пентландит до 3.

Пирротин, пентландит, пирит, халькопирит встречаются в тесном срастании, образуя агрегаты размером 0,5—0,8 мм. Пентландит отмечается и как продукт распада пирротина.

По содержанию оксида магния ультрамафиты правобережья р. Желос занимают промежуточное поло-

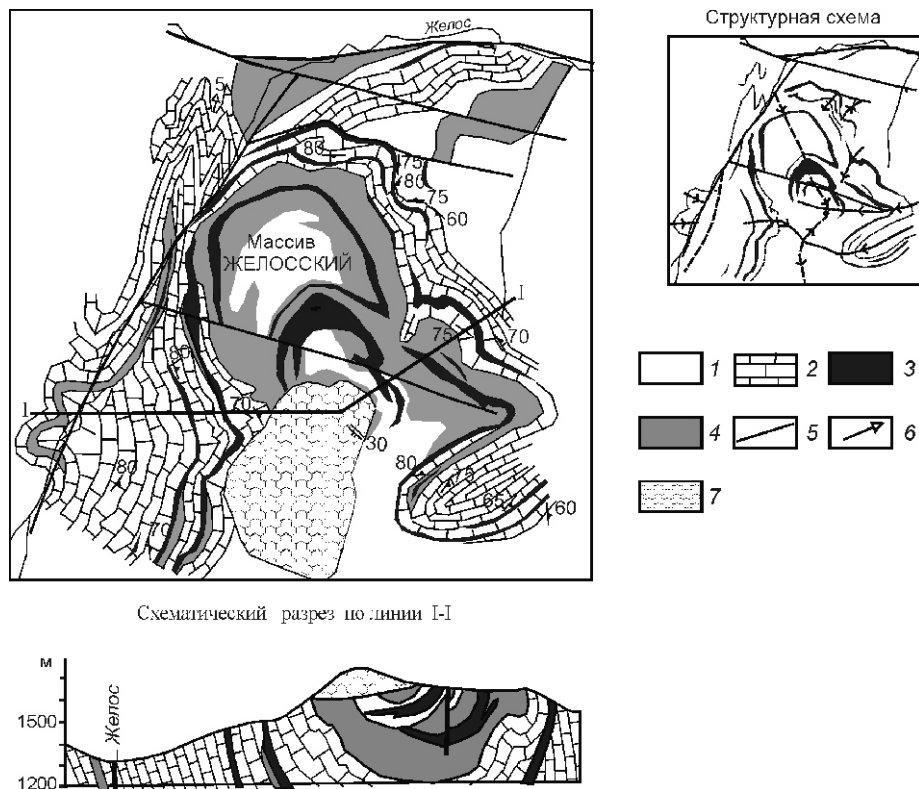


Рис. 2. Желосский массив:

алхадырская свита: 1 — гнейсы биотитовые, биотит-амфиболовые, мигматизированные, 2 — мраморы; 3 — перидотиты; 4 — амфиболиты; 5 — разрывные нарушения; 6 — шарниры мелких складок; 7 — платобазальты; остальные услов. обозн. см. на рис. 1

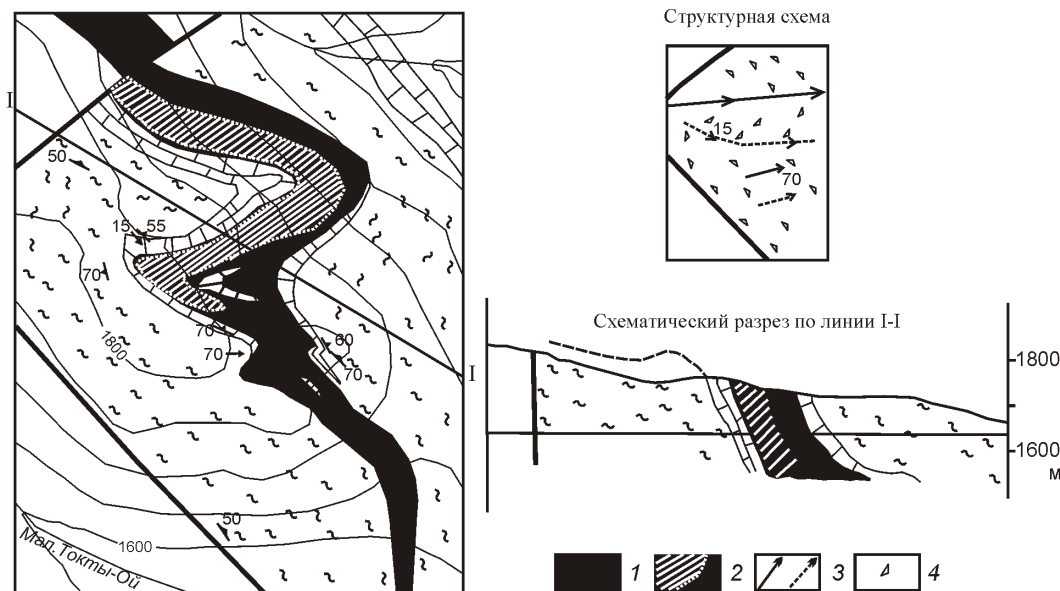


Рис. 3. Токтыгойский массив:

*I* — серпентинизированные перидотиты; 2 — участки развития сульфидной минерализации; 3 — разрывные нарушения; *б* — оси: *а* — антиклиналей, *б* — синклиналей; 4 — направление падения моноклинали; остальные услов. обозн. см. на рис. 2

жение между ультрамафитами Мантагырского и Токтыгойского массивов.

**Токтыгойский массив** расположен на водоразделе рек Большой и Малый Токты-Ой. Рудопоявление никеля и металлов платиновой группы приурочено к одноименному массиву перидотитов, вытянутому в северо-западном направлении. Протяженность его около 5 км, при видимой мощности от 50 до 400 м, ожидаемая истинная мощность более 100 м. Предполагаемое падение субпластового массива северо-восточное под углами 40—60°. Он образует флексуобразный изгиб, согласный изгибу вмещающих пород. В отличие от описанных, ультрамафиты Токтыгойского массива залегают только среди метаморфизованных осадочных пород (гнейсы, мраморы, кварциты) и слагают единый массив. Кроме того, они претерпели более низкие метаморфические преобразования.

В изученной части массив сложено преимущественно серпентинизированными гипербазитами, реже тальк-серпентиновыми породами. Окрестности его представлены гнейсами и мигматизированными гнейсами биотитовыми, амфибол-биотитовыми, мигматитами, в меньшей степени мраморами, кальцифирами, кварцитами алхадырской свиты. Амфиболиты в окрестностях массива практически отсутствуют. В мраморах и кальцифирах алхадырской свиты широко проявлены скарны амфибол-эпидот-пироксеновые. Породы алхадырской свиты, при общем северо-восточном падении моноклинали под углами 50°, смяты в флексуобразную складку. Погружение шарниров, образуемых флексурой складок, восточное под углами 15—70° (рис. 3).

В серпентинизированных ультрамафитах установлена сульфидная (до 15%) минерализация (с пирротитом, халькопиритом, пентландитом, реже пиритом), в скарноидах отмечается редко вкрапленный пирротин, наблюдавшийся также в обохренных пироксеновых кристаллосланцах (до 3%). Тальк-серпентиновые породы не рудоносны.

В лежачем боку тела серпентинизированных перидотитов установлена зона сульфидной минерализации. В плече флексуобразного изгиба массива сульфиды представлены первичным пирротитом, халькопиритом, пентландитом, вторичными минералами — виоларитом, пиритом, миллеритом [1, 2]. Они образуют рассеянную вкрапленность — от пылевидной до широкого проявления гнезд размером 5—15 мм. Максимальные содержания сульфидов приурочены к лежачему юго-западному боку сульфидной зоны.

В сульфидизированных перидотитах содержания рудных элементов составили: Ni 0,7—0,98%, Cu 0,08—0,20%

(химический анализ), МПГ от 0,3 до 3,41 г/т, Au до 0,41 г/т, Ag до 3,5 г/т [1, 2]. Указанные перидотиты характеризуются содержаниями MgO 27,7—36,9%, что относительно выше, чем в Желосском и Мантагырском массивах.

Таким образом, получены первые детальные материалы по геологии и рудоносности ультрамафит-базитовых и ультрамафитовых массивов, подтверждающие высокую перспективность Ийско-Кукшерского прогиба на выявление ликвационных месторождений никеля и платиноидов.

Изучены три типа сочетания ультрамафитов с вмещающими породами. Перидотиты Мантагырского массива локализируются преимущественно среди амфиболитов. В Желосском массиве ситуация аналогичная, но половина выявленных тел перидотитов локализуется за пределами массива, обычно среди мрамора. Токтыгойский массив локализуется уже только среди мраморов и гнейсов. Вероятно, существует некоторая зависимость степени рудоносности от условий локализации массивов ультрамафитов.

Магнезиальность ультрамафитов наименьшая в Мантагырском массиве, несколько выше в Желосском, а в Токтыгойском наиболее высокая. Такая же закономерность устанавливается и для содержаний никеля.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Мехоношин А.С., Колотилина Т.Б. Платиноносные ультрамафиты бирюсинского выступа Сибирской платформы / Платина России. Т. III (в двух книгах). — М.: Геоинформмарк, 1999. С. 97—105.
2. Мехоношин А.С., Цыпуков М.Ю., Прокопчук С.М., Мельникова Р.Д. Оценка перспектив платиноносности Восточного Саяна / Платина России. Т. II. Кн. 2. — М.: Геоинформиздат, 1999. С. 125—132.
3. Колотилина Т.Б., Мехоношин А.С. Гранатовые ультрамафиты и ассоциирующие метабазиты бирюсинского блока // Геология и геофизика. Т. 42. — Новосибирск, 2001. С. 1221—1238.