

УДК [553.491.8:553.262.2](571.62)

ОСОБЕННОСТИ СОСТАВА И ВОЗМОЖНЫЙ ИСТОЧНИК МИНЕРАЛОВ ПЛАТИНОИДОВ ИЗ МЕСТОРОЖДЕНИЯ РОССЫПНОГО ЗОЛОТА Р. ТАЙМЕНЬ (ЗАПАДНОЕ ПРИХОТЬЕ, РОССИЯ)

© 2008 г. В. В. Иванов, А. М. Ленников, Г. С. Мирзеханов

Представлено академиком А.И. Ханчуком 04.08.2007 г.

Поступило 15.08.2007 г.

Повышенное внимание к особенностям состава природных Pt–Fe-сплавов и халькогенидов платиноидов, а также хромшпинелидов обусловлено их известной информативностью в отношении формационной принадлежности материнских горных пород. Это важно, в частности, при типизации коренных источников питания платиноносных россыпей особенно в районах, где неизвестны конкретные эндогенные источники платиноидов. Подобная ситуация возникла в связи с обнаружением нами крупных комковидных платиново-хромитовых сростков в аллювиальной россыпи золота р. Таймень на северо-востоке Хабаровского края.

Тайменское месторождение россыпного золота располагается к юго-востоку от лантарской части Джугджурского анортозитового массива автономного типа [1]. К юго-западу оно соединяется с золотоносной россыпью долины р. Лантарь. От Охотского моря Лантарская и Тайменская долины отделены Прибрежным хребтом, ориентированным параллельно Охотскому побережью и сложенным главным образом мезозойскими вулканитами [2]. Река Лантарь после слияния с р. Таймень резко меняет направление течения с северо-восточного на восток-юго-восточное, пересекает Прибрежный хребет и впадает в Охотское море (рис. 1).

По данным геолого-съёмочных работ [2 и др.], Лантаро-Тайменская долина располагается в поле развития древних метаморфических пород, подвергшихся интенсивному диафторезу, рассланцеванию, и перекрытых палеозойскими осадочными породами. Метаморфиты местами прорваны позднепалеозойскими(?) габброидами, а также мезозойскими гранитоидами. Помимо продуктов разрушения перечисленных горных пород, аллювиальные отложения рек Лантарь и Таймень содержат обломки анортозитов и эффузивов, вынесенные впадающими в них притоками (ряд из них тоже вмещает россыпи), а также зна-

чительный объем разнородного аллохтонного материала ранне- и среднечетвертичных оледенений соседних горных хребтов [2].

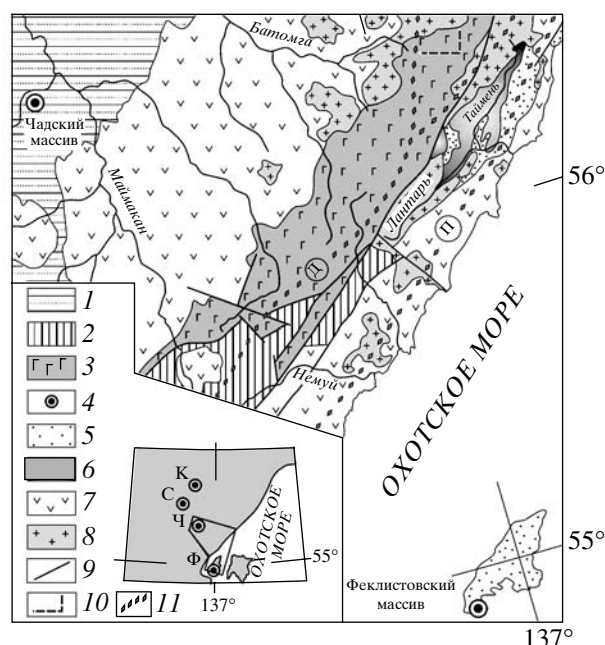


Рис. 1. Схематическая геологическая карта района р. Таймень и прилегающей площади Западного Приохотья (по картографическим материалам предшественников). 1, 2 – докембрийские образования разного генезиса; 3 – раннепротерозойский(?) комплекс автономных анортозитов – лантарская часть Джугджурского массива; 4 – концентрически-зональные щелочно-ультраосновные массивы кондерского комплекса; 5 – палеозойские образования разной формационной принадлежности; 6 – раннепалеозойский(?) комплекс метаморфизованных габбро-диабазов; 7 – Преджугджурская и Удская вулканические зоны; 8 – мезозойские гранитоиды; 9 – разрывные нарушения; 10 – площадь платиноносных сульфидных рудопроявлений в анортозитах; 11 – Джугджурский (Д) и Прибрежный (П) горные хребты и водоразделы. На врезке показано размещение Кондерского (К), Сыбахского (С), Чадского (Ч) и Феклистовского (Ф) щелочно-ультраосновных массивов.

Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения
Российской Академии наук, Владивосток

Можно предположить, что для Лантарской, Тайменской и прилегающих к ним более мелких россыпей источником самородного золота являлась минерализация, связанная с мезозойскими гранитоидами или палеозойскими габброидами, которые размывались этими водотоками и их притоками. Вместе с тем в многочисленных штучных пробах, отобранных из кварцевых прожилков в гранитоидах, габброидах, габбро-диабаз и метаморфитах, содержание Au, по данным геологосъемочных работ, не превышает 0.1 г/т. Золотосодержание же собственно метаморфических пород на этой площади целенаправленно не изучалась.

В связи с платиноносностью золотой россыпи р. Таймень особый интерес представляет недавно установленная [3] в массивных пирротиновых рудах (с убогой хромитовой вкрапленностью) лантарской части Джугджурского анортозитового массива Pt–Pd- и Pt–As-минерализация. Однако ее специфический мончеит-котульскитовый и сперилитовый состав исключает подобный источник изоферроплатины для россыпи р. Таймень. Изоферроплатиновый же с хромитом состав ассоциации минералов-спутников золота в тайменской россыпи позволяет связать их источник с платиноносными щелочно-ультраосновными массивами кондерского типа [4], продукты разрушения которых могли попасть в россыпь в результате ледникового переноса, так как в ранне- и средне-четвертичное время в пределах Алданского нагорья, а также Станового, Джугджурского и Прибрежного горных хребтов существовали ледники покровного типа [2]. Однако ближайший массив кондерского комплекса – Чадский расположен примерно в 150 км к западу от тайменской россыпи, в бассейне р. Маймакан. Подобный же ему платиноносный Феклистовский дунит-клинопироксенитовый массив Шантарского архипелага находится в более чем 120 км от южных отрогов Прибрежного хребта [5, 6 и др.]. В связи с этим следует допустить, что аналогичные щелочно-ультраосновные массивы могли располагаться значительно ближе, например, в пределах северо-западных отрогов Прибрежного хребта. Но в настоящее время вблизи бассейнов рек Таймень и Лантарь они, возможно, перекрыты мезозойскими и кайнозойскими эффузивами (на рис. 1 их ареалы не показаны из-за малых для данного масштаба размеров) и рыхлыми четвертичными отложениями. Подтверждением высказанного предположения о таком источнике шлиховой платины служат полученные нами данные по типоморфизму платиноидно-хромитовых сростаний, отмытых в тайменской россыпи. В этих грубокомковатых сростках размером до 12 мм количество хромшпинелидов достигает 65–85% их объема, аналогично сросткам в кондерской россыпи, которая находится примерно в 250 км к северу-западу от места этой находки. Цементирующей их платине свойственны пластинчатые включения самород-

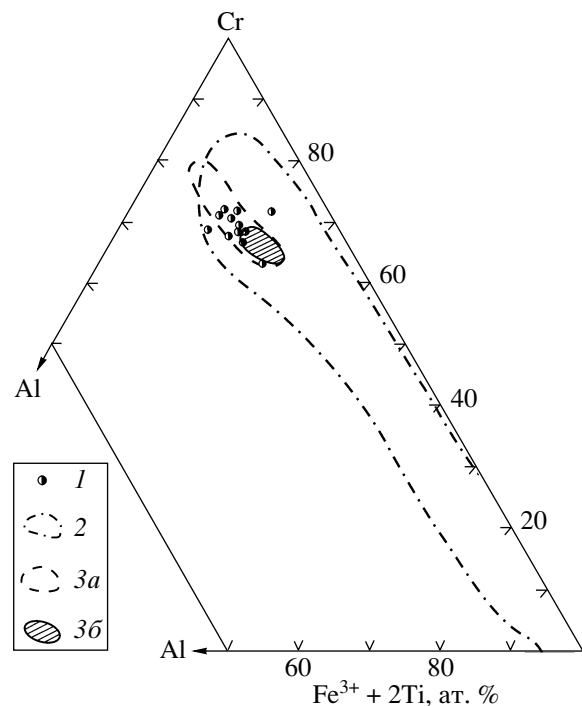


Рис. 2. Диаграмма Al–Cr–(Fe³⁺ + 2Ti) для хромшпинелидов из золотой россыпи р. Таймень. 1 – хромшпинелиды из сростаний с изоферроплатиной в россыпи р. Таймень (по табл. 1); 2, 3 – поля составов хромшпинелидов из щелочно-ультраосновных массивов кондерского комплекса (2, по [4]) и из сростаний с изоферроплатиной в Кондерском (а) и Чадском (б) щелочно-ультраосновных массивах (3, по [4]).

нометалльных (до 15 об. %), интерметаллических и халькогенидных фаз платиноидов, аналогично кондерским и чадским Pt–Fe-сплавам. Как следует из диаграммы Cr–Al–(Fe³⁺ + 2Ti), хромшпинелиды, находящиеся в сростаниях с изоферроплатиной в тайменской россыпи, располагаются в поле рудных феррихромитов платиноносных щелочно-ультраосновных массивов кондерского типа (рис. 2). Они тяготеют к середине и верхней части статистического овала рудных хромшпинелидов массива Чад на уровне его современного эрозионного среза [4]. Это позволяет заключить, что предполагаемый щелочно-ультраосновной массив, продукты разрушения которого попали в тайменскую россыпь, по эродированности несколько уступал массиву Чад. Как свидетельствуют статистические данные по хромшпинелидам Кондерского и Чадского массивов [4], они вполне сопоставимы с тайменскими (табл. 1) по их насыщенности TiO₂, Al₂O₃, Cr₂O₃, MnO и MgO, а также общей железистости ($f_{\text{общ}}$) и окисленности (f_o).

К выводу о меньшей эродированности гипотетического щелочно-ультраосновного источника, по сравнению с эрозионным срезом массива Чад, приводит и рассмотрение химизма изоферроплатины тайменской россыпи. Как следует из табл. 2, в отличие от изоферроплатины Чадского массива [4],

Таблица 1. Состав хромшпинелидов в сростках с изоферроплатиной из золотой россыпи р. Таймень, мас. %

Оксид	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
TiO ₂	0.50	0.57	0.58	0.36	0.51	0.38	0.66	0.58	0.50	0.67	0.70	0.62	0.62
Al ₂ O ₃	10.83	7.74	7.16	6.25	7.22	6.67	7.92	8.03	7.65	7.26	7.00	7.87	6.46
Cr ₂ O ₃	52.72	53.17	52.44	50.18	50.97	49.89	52.58	54.26	53.61	52.01	47.88	51.79	45.88
Fe ₂ O ₃	7.33	9.85	11.04	13.06	12.49	13.04	12.44	13.75	9.75	10.67	17.41	13.66	20.62
FeO	10.08	8.87	8.07	10.81	11.87	10.95	13.06	13.94	12.36	10.00	11.52	15.10	17.48
MgO	14.70	15.05	15.38	13.15	13.13	13.15	13.19	13.48	13.14	13.67	13.84	12.11	10.41
MnO	0.46	0.35	0.35	0.38	0.49	0.44	0.65	0.59	0.34	0.34	0.46	0.60	0.59
ZnO	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Сумма	96.63	95.61	95.03	94.20	96.69	94.53	100.51	104.64	97.63	95.62	98.82	101.76	102.07
$f_{\text{общ}}$	40.61	39.84	39.66	49.03	49.73	49.18	50.77	52.27	47.36	45.78	52.43	55.96	66.03
f_0	39.57	50.00	55.10	52.05	48.63	51.75	46.22	47.11	41.72	46.59	57.62	44.91	51.45
φ	76.53	82.17	83.07	84.32	82.55	83.41	81.65	81.91	82.45	82.88	82.09	81.53	82.67
Al'	21.05	15.35	14.90	12.86	14.44	13.60	15.25	14.89	15.14	14.56	13.71	15.10	12.60
Cr'	68.65	70.75	70.15	69.13	68.32	68.40	67.85	67.42	71.21	70.08	62.83	66.65	60.10
Fe'	10.30	13.90	15.55	18.01	17.24	18.00	16.90	17.69	13.65	15.36	23.46	18.25	27.30

Примечание. Здесь и в табл. 2–4: аналитик Н.И. Екимова (микроанализатор JXA-5A, ДВГИ ДВО РАН). $f_{\text{общ}} = (\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+})/(\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+} + \text{Mg})$, %; $f_0 = \text{Fe}^{3+}/(\text{Fe}^{3+} + \text{Fe}^{2+})$, %; $\varphi = \text{Cr}/(\text{Cr} + \text{Al})$, %; Al' = Al/(Al + Cr + Fe³⁺ + 2Ti), %; Cr' = Cr/(Al + Cr + Fe³⁺ + 2Ti), %; Fe' = (Fe³⁺ + 2Ti)/(Al + Cr + Fe³⁺ + 2Ti), %; Fe³⁺ – расчет по стехиометрии.

Таблица 2. Состав Pt–Fe-твердых растворов из золотой россыпи р. Таймень, мас. %

№ п. п.	Pt	Fe	Ni	Ir	Os	Rh	Ru	Сумма
1	84.27	8.30	0.01	4.22	0.08	0.96	0.01	97.85
2	84.09	8.68	0.01	3.13	0.01	1.03	0.01	96.96
3	84.29	9.29	0.01	3.25	0.05	1.01	0.01	97.91
4	83.06	10.07	0.01	9.34	0.58	0.59	0.01	103.66
5	86.73	10.17	0.01	5.29	0.01	0.94	0.01	103.16
6	84.04	9.76	0.01	5.47	0.01	0.83	0.01	100.13
7	86.88	10.38	0.16	0.84	0.19	0.85	0.01	99.31
8	88.19	10.14	0.16	0.66	0.08	0.88	0.01	100.12
9	87.46	9.44	0.16	4.67	0.31	0.87	0.01	102.92
10	87.68	9.64	0.16	3.94	0.21	0.70	0.07	102.4
11	87.13	10.45	0.24	1.56	0.21	2.05	0.14	101.78
12	88.93	10.28	0.24	1.44	0.10	2.02	0.11	103.12
13	87.64	9.50	0.01	5.17	0.42	–	–	102.74
14	80.03	9.50	0.01	6.52	0.39	–	–	96.45

Примечание. Прочерк – содержание ниже предела обнаружения.

в россыпи р. Таймень присутствует существенно более железистая изоферроплатина, содержащая 8.30–10.45 мас. % Fe. Ранее нами показано [7], что это является признаком менее значительного эрозийного среза щелочно-ультраосновных массивов с дунитовым ядром. Что же касается Ir, Os, Rh и Ru, присутствующих в Pt–Fe-твердом растворе в виде примеси, то по насыщенности ими изоферроплатина россыпи р. Таймень мало отличается от изоферроплатины р. Чад (рис. 3). Многие изученные зерна изоферроплатины, в отличие от кондерской и феклистовской, характеризуются повышенным содержанием Ir. Это свидетельствует о высокой температуре их кристаллизации при ограниченном участии летучих компонентов, присутствие которых приводит к ощутимому снижению в изо-

ферроплатине концентрации Ir и, напротив, к насыщению изоферроплатины осмием и палладием [4]. Из этого следует, что магматический источник россыпной изоферроплатины р. Таймень, в которой содержание Ir варьирует от 0.66 до 1.56 и, реже, до 3.13–9.34 мас. %, отличался от Чада массива менее стабильными условиями кристаллизации в отношении насыщенности летучими компонентами. В тайменской россыпи, по-видимому, оказались также продукты разрушения и закалочной зоны дунитового ядра предполагаемого источника, подобной контактовой зоне Инаглинского щелочно-ультраосновного интрузива, в которой изоферроплатина содержит свыше 16 мас. % Ir [8].

Подтверждают принадлежность магматического источника платиноидов тайменской россыпи к

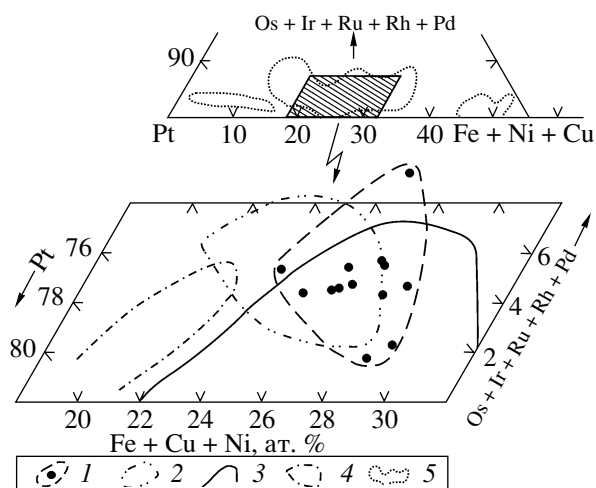


Рис. 3. Диаграмма состава изоферроплатины из золотой россыпи р. Таймень (1, по табл. 2). Для сравнения приведены контуры составов коренной изоферроплатины из хромитосных дунитов Чадского (2), Кондерского (3) и Феклистовского (4) щелочно-ультраосновных массивов [7] и границы полей Pt–Fe-твердых растворов из хромитосных дунитов ультрамафитовых формаций (5, по [11]).

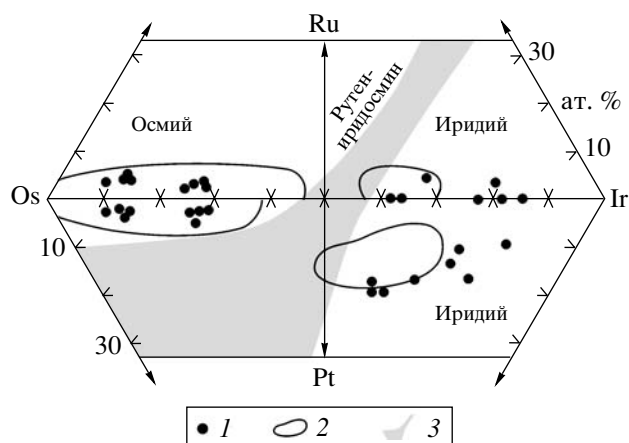


Рис. 4. Диаграмма Os–Ru–Ir–Pt для твердых растворов металлов платиновой группы из включений в изоферроплатине золотой россыпи р. Таймень (1, по табл. 3). Для сравнения приведены поля составов твердых растворов из включений в изоферроплатине Чадского и Кондерского щелочно-ультраосновных массивов (2, по [4]); 3 – предполагаемое поле несмеси-мости [12].

щелочно-ультраосновным интрузивам кондерского типа и результаты анализа в изоферроплатине микровключений Os–Ir–Ru- и Os–Ir–Pt-сплавов (табл. 3). Как известно, такие сплавы являются главными минералами-концентраторами платиновых элементов в россыпях, которые сопровождают массивы альпинотипных гипербазитов [9, 10]. Судя по рис. 4, большинство фигуративных точек этих твердых растворов, обнаруженных в виде микровключений в тайменской изоферроплатине, располагается в

пределах полей их чадских аналогов. По составу они, подобно чадским, отвечают иридистому осмию с незначительной примесью рутения и платины либо близки к осмистому иридию с аналогичными примесными элементами, либо же представлены иридием с меньшим содержанием осмия и более высоким платины. При этом очевидно, что повышенная иридистость включений твердых растворов в некоторых образцах тайменской изоферроплатины обусловлена повышенным содержанием в ее матри-

Таблица 3. Состав Os–Ir–Ru–Rh–Pt-твердых растворов из включений в зернах изоферроплатины из золотой россыпи р. Таймень, мас. %

№ п. п.	Pt	Ir	Os	Rh	Ru	Сумма
1	16.22	68.19	14.97	1.24	1.36	101.98
2	2.41	26.30	64.90	1.61	1.31	96.53
3	2.70	23.48	68.76	2.16	1.09	98.19
4	4.10	20.36	56.55	4.33	1.25	86.59
5	16.22	55.10	24.37	1.27	1.81	98.77
6	2.43	8.36	76.59	3.16	1.64	92.18
7	3.08	12.50	80.52	1.39	1.94	99.43
8	2.42	13.86	80.68	2.05	1.92	100.93
9	1.89	12.66	81.43	1.79	2.12	99.89
10	17.55	44.68	25.42	–	–	87.65
11	17.31	47.52	30.85	–	–	95.68
12	18.29	43.55	28.49	–	–	90.33
13	2.35	24.34	62.47	2.49	1.40	93.05
14	15.22	65.07	14.22	–	–	94.51
15	8.22	67.44	11.23	–	–	86.89
16	11.35	56.17	16.32	–	–	83.84

Примечание. Дополнительно определены и включены в сумму: Fe – в 1(1.24), 2(0.74), 3(0.84), 4(1.18), 5(1.49), 6(0.68), 7(0.93) и 8(0.71); Ni – в 3(0.01) и 4(0.01). Прочерк – содержание ниже предела обнаружения.

Таблица 4. Состав включений эрлихманит-лауритов (1–5) и боуит-кашинитов (6, 7) в изоферроплатине из золотой россыпи р. Таймень, мас. %

№ п. п.	Pt	Fe	Ir	Os	Rh	Ru	S	Сумма
1	3.89	4.48	36.72	3.72	18.46	0.01	26.33	93.61
2	0.01	0.01	5.75	32.88	0.01	31.95	34.28	104.89
3	0.01	0.01	0.60	4.90	0.01	53.94	36.74	96.21
4	0.01	0.01	0.01	4.47	0.01	54.25	35.92	94.68
5	2.60	4.61	11.76	0.90	61.18	0.01	14.99	96.05
6	0.01	0.01	1.72	42.59	0.01	18.34	31.70	94.38
7	0.01	0.01	2.31	2.63	0.01	52.78	36.35	94.10

це иридия, нередко составляющего 5–9 мас. %. Это, в свою очередь, связано, как отмечено, с высокотемпературными и, видимо, малоглубинными условиями кристаллизации некоторой части изоферроплатины, обнаруженной в тайменской россыпи.

Не противоречит высказанным предположениям и пока еще ограниченное число данных о составе дисульфидов осмия и рутения, а также полуторных сульфидов родия и иридия из включений в изоферроплатине тайменской россыпи. Как следует из особенностей их состава (табл. 4), гипотетический магматический источник этих платиноидов по эродированности несколько уступал Чадскому массиву. В связи с этим из дисульфидов в нем преимущественно развит лаурит с незначительной примесью осмия, что свидетельствует об умеренно высоком потенциале серы при их кристаллизации, а полуторные сульфиды представлены боуитом и боуит-кашинитом, вероятно, вследствие большего сродства к сере у родия, чем у иридия [13].

Таким образом, полученные данные свидетельствуют, что по минералогическим особенностям микровключений и их химизму россыпная изоферроплатина р. Таймень, как и хромшпинелиды, находящиеся с ней в сростаниях, более всего соответствуют щелочно-ультраосновному магматическому источнику. Согласуется с этим заключением и специфика некоторой части россыпного золота, ассоциирующего с платиной. Подобно платиновой россыпи Кондерского массива [14], в тайменской золотой россыпи обнаружены редко встречающиеся в природе Au–(Ag)–Cu- и Au–(Cu, Ag)–Pd-сплавы. Показательно также, что совместно с платино-хромшпинелидовыми сростками обнаружено зерно Au–Cu–Pd-сплава с микровключением Ni-содержащей железистой платины. А это прямо подтверждает парагенетическую связь платиноидной и золото-медной минерализации с совместным источником питания россыпи.

В заключение заметим, что минералого-геохимические особенности изученной изоферроплатины и ее минералов-спутников отвечают неизвестному в бассейне р. Таймень типу источника платиновых минералов. Это может служить основанием для корректировки существующих представлений о минерации Лантаро-Тайменской зоны. Речь идет о

Au–(Cu)–Pt–Cr-профиле минерализации в связи с породами щелочно-ультраосновного комплекса. Возможно, они залегают также под позднемезозойскими и кайнозойскими эффузивами по периферии Удской вулканической зоны либо перекрыты четвертичными рыхлыми отложениями.

Исследования поддержаны РФФИ–ДВО РАН (проект 06–05–96106).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Ленников А.М.* Петрология Джугджурского анортозитового массива. М.: Наука, 1968. 160 с.
2. Геология СССР. Т. 19. Хабаровский край и Амурская область. Ч. 1. Геологическое описание / Под ред. А.В. Сидоренко. М.: Наука, 1966. 736 с.
3. *Соляник А.Н., Октябрьский Р.А., Ленников А.М. и др.* // Тихоокеан. геология. 1999. № 4. С. 79–84.
4. *Некрасов И.Я., Ленников А.М., Октябрьский Р.А. и др.* Петрология платиноносных кольцевых щелочно-ультраосновных комплексов. М.: Наука, 1994. 381 с.
5. *Красный Л.И.* Геология и полезные ископаемые Западного Приохотья. М.: Госгеолтехиздат, 1960. 161 с.
6. *Иванов В.В., Ленников А.М., Некрасов И.Я. и др.* // Геология руд. месторождений. 1995. Т. 37. № 1. С. 77–83.
7. *Некрасов И.Я., Иванов В.В., Ленников А.М. и др.* // ДАН. 1991. Т. 321. № 5. С. 1049–1053.
8. *Октябрьский Р.А., Ленников А.М., Шнай Г.К. и др.* Рудные месторождения континентальных окраин. Владивосток: Дальнаука, 2001. В. 2. Т. 2. С. 233–257.
9. *Мочалов А.Г.* Минералогия платиновых элементов альпинотипных ультрамафитов. Автореф. дис. канд. геол.-минерал. наук. Л., 1986. 22 с.
10. *Некрасов И.Я., Иванов В.В., Ленников А.М. и др.* // ДАН. 1993. Т. 328. № 3. С. 382–385.
11. *Жерновский И.В., Мочалов А.Г., Рудашиевский Н.С.* // ДАН. 1985. Т. 289. № 1. С. 196–200.
12. *Harris D.S., Cabri L.J.* // Canad. Miner. 1991. V. 29. P. 213–237.
13. *Некрасов И.Я., Иванов В.В., Ленников А.М. и др.* // ДАН. 1995. Т. 341. № 4. С. 520–523.
14. *Некрасов И.Я., Иванов В.В., Ленников А.М. и др.* // Геология руд. месторождений. 2001. Т. 43. № 5. С. 452–464.