

УДК 553.491.8(571)

РУДНО-РОССЫПНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ ЭЛЕМЕНТОВ ПЛАТИНОВОЙ ГРУППЫ В АРЕАЛЕ ПРОИЗВОДНЫХ СЕВЕРО-АЗИАТСКОГО СУПЕРПЛЮМА (ЮГО-ВОСТОК РОССИИ)

© 2011 В.Г. Хомич, Н.Г. Борискина

*Учреждение Российской академии наук Дальневосточный геологический институт ДВО РАН,
Владивосток, 690022; e-mail: khomich79@mail.ru*

Источниками крупных и уникальных платинометалльных россыпей явились активированные в позднем палеозое-мезозое зональные щелочно-ультраосновные массивы, тяготеющие к периферии ареала влияния Северо-Азиатского суперплюма (САС). Возникновение предпосылок, благоприятствовавших формированию россыпной платиноносности в регионе, предопределено плюмовым рудогенерирующим магматизмом нескольких поколений в протерозое и фанерозое. Ультрамафит-мафитовый плутонизм привел к возникновению расслоенных, зональных массивов, подвергшихся впоследствии в позднем палеозое и мезозое воздействию гранитогенных производных САС. Последние обеспечили развитие рудообразующих магмато-генно-флюидно-метасоматических процессов и создание благоприятных условий для концентрирования элементов платиновой группы.

Ключевые слова: платиноносные руднороссыпные районы, научные основы прогноза.

ВВЕДЕНИЕ

Публикации последнего десятилетия насыщены новыми петролого-геохимическими данными о возникновении в позднем фанерозое Северо-Азиатского суперплюма (Добрецов и др., 2010; Коваленко и др., 2009, 2010; Ярмолюк и др., 2000) и его возможном опосредованном влиянии на формирование проявлений благородных металлов. Ареал распространения производных Северо-Азиатского суперплюма (САС) охватывает восточный фланг Центрально-Азиатского орогенного мегапояса и примыкающие к нему с севера и юга краевые части кратонов (Хомич, Борискина, 2011). Мегапояс представлен коллажем аккрецированных и значительно переработанных супертеррейнов различной геодинамической природы, принадлежащих фрагментам крупных поздне-рифейских, палеозойских и раннемезозойских поясов: Аргунского, Циркум-Сибирского, Енисей-Забайкальского, Южно-Гобийского, Южно-Монгольско-Хинганского, Солонкерского, Монголо-Охотского и др. (рис. 1). Эта часть мегапояса ограничена с запада Байкальской, а с востока – Средне-Амурской

рифтовыми системами. Проекция контуров суперплюма во многом конформна, а иногда и полностью совмещается с провинцией новейшего внутриплитного магматизма Восточной и Центральной Азии (Коваленко и др., 2010). Выше обозначенные границы трассируются глубинными разломами планетарного и трансрегионального масштаба, как и выявленными в регионе палеорифтовыми сооружениями, весьма отчетливо выраженными в виде градиентных зон поля силы тяжести разной ориентировки (Алакшин, Карсаков, 1985; Алакшин, Письменный, 1988; Тектоника..., 2004). Сопрежения таких градиентных зон контролируют размещение многих крупных рудных районов, в пределах которых проявлена и платинометалльная минерализация. Современными исследованиями подтверждается влияние глубинных долгоживущих тектонических зон рифтогенного заложения на размещение проявлений и месторождений собственно платиноидов (Геодинамика..., 2006). В связи с этим возникает естественная необходимость дополнительного анализа закономерностей размещения проявлений Ag, Au и элементов платиновой группы (ЭПГ) на Юго-Востоке России.

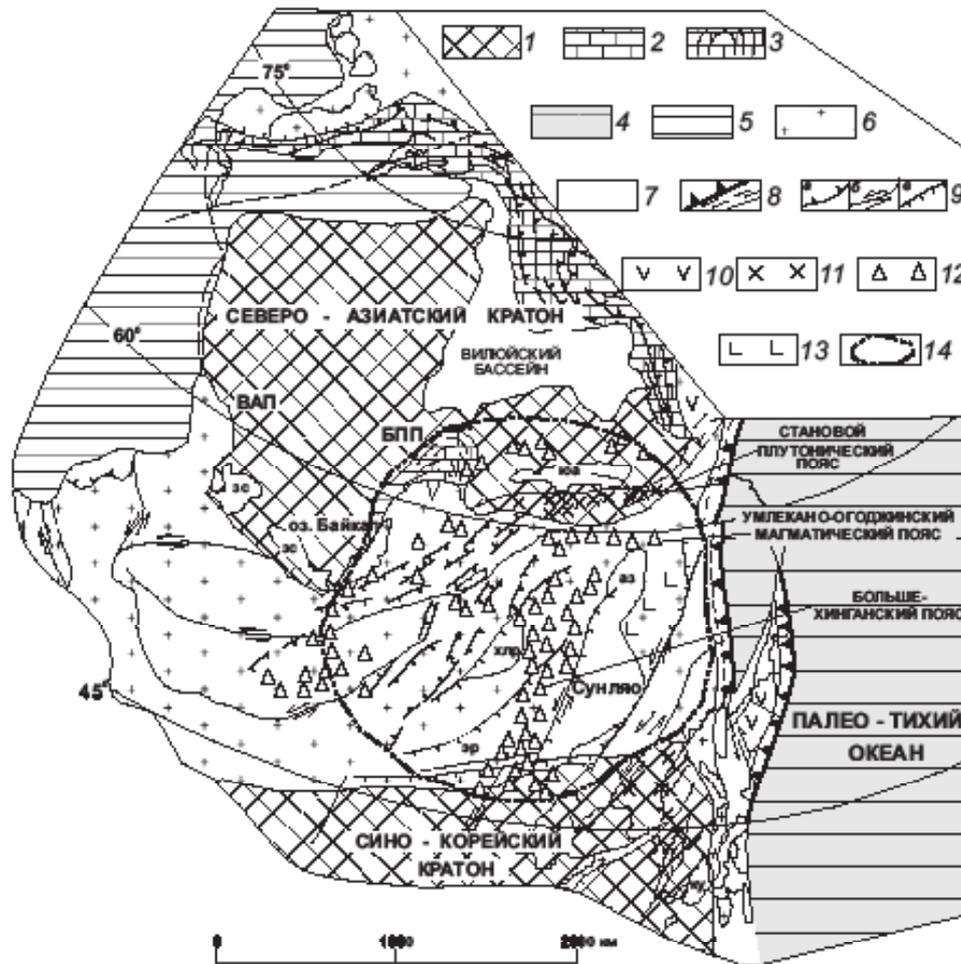


Рис. 1. Палеотектоническая реконструкция Востока Азии для средней юры – раннего мела (145 млн. лет), по (Парфенов и др., 2003) с некоторыми изменениями и дополнениями авторов: 1 – кратоны; 2 – пассивные континентальные окраины; 3 – складчато-надвиговые пояса: Байкало-Патомский (БПП), Восточно-Ангарский (ВАП); 4 – океаническая кора; 5 – эпиконтинентальное море; 6 – коллаж аккрецированных территорий; 7 – осадочные бассейны (аз – Амуро-Зейский, ку – Куонгсанский, хлр – Хайларский, зс – Западно-Сибирский, юа – Южно-Алданский, эр – Эрлянь и др.); 8 – зоны субдукции и аккреционного клина; 9 – структурно-тектонические элементы: а – надвиги, б – сдвиги, в – сбросы; 10-11 – образования надсубдукционных магматических дуг: 10 – преимущественно вулканические, 11 – преимущественно плутонические; 12-13 – вулканические и плутонические образования внутриплитных магматических поясов (плюмов); 12 – субщелочные и щелочные, 13 – бимодальные, связанные с рифтогенезом; 14 – контуры Северо-Азиатского суперплюма, по (Ярмолюк и др., 2000).

ПРОСТРАНСТВЕННОЕ ПОЛОЖЕНИЕ РУДНО-РОССЫПНЫХ ПРОЯВЛЕНИЙ ПЛАТИНОИДОВ В РЕГИОНЕ

Наиболее известные рудно-россыпные проявления ЭПГ сосредоточены в северном сегменте ареала Северо-Азиатского суперплюма почти по периметру его проекции (рис. 2). В северо-западном секторе сегмента, обладающего до настоящего времени высокой сейсмичностью (Жао Дапенг и др., 2010), платинометальная минерализация выявлена в расслоенных ультрамафит-мафитовых массивах (Довыренском дунит-троктолит-габбровом, Чинейском габбро-норитовом, Веселкинском дунит-клинопироксенит-габбровом и др.) и золоторудных месторождениях

Бодайбинского района (Гонгальский, Криволуцкая, 1993; Дистлер и др., 1996; Дистлер, Степин, 1993; Додин и др., 1999; Конников и др., 1999), а также присутствием минералов платиновой группы (МПГ) в нескольких россыпях Au (Намоллов, 1970¹) и делювиально-аллювиальных шлиховых ореолах (Житова и др., 2004; Кривенко и др., 1995). Границы сектора фиксируются такими градиентными зонами поля силы тяжести I-II порядка как Байкало-Элькон-Улканская (БЭУ), Синлунгоу и Селигдар-Верхнегимптонская (рис. 2).

¹Намоллов Е.А. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов ручьев Каменного и Крутого. Листы О-50-Д-Г-г, 112-Б-в, 123-Б-6, 121-А-в. Отчет Средне-Витимской СГП «Читагеология». Чита, 1970. 278 с.

РУДНО-РОССИПНЫЕ ПРОЯВЛЕНИЯ

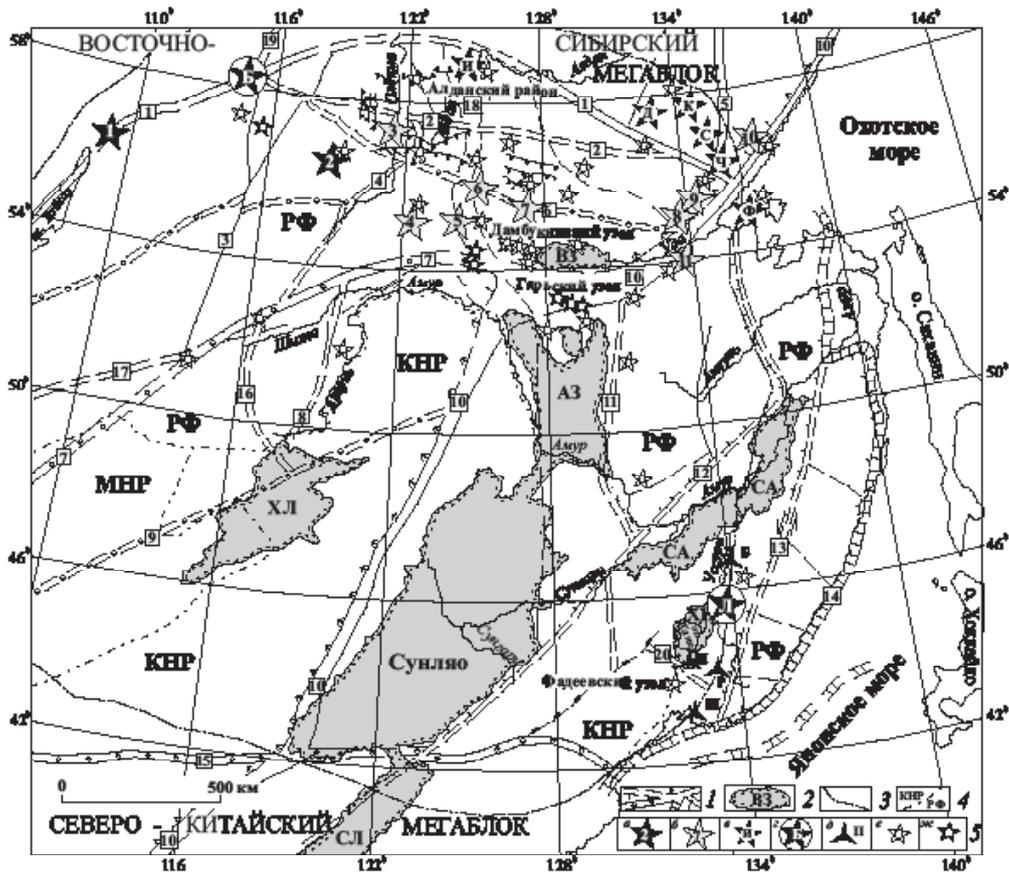


Рис. 2. Схема размещения платиноносных районов и узлов в ареале влияния Северо-Азиатского суперплюма. Составлена авторами с использованием материалов (Лишневицкий, Дистлер, 2004; Тектоника..., 2004; Хомич, Борискина, 2011; Ярмолук и др., 2000): 1 – гравитационные ступени и зоны нарушения поля силы тяжести разного масштаба (цифрами в квадратах обозначены гравитационные ступени (1-11, 14-18) и крупные сдвиговые (12, 13) системы: 1 – Байкало-Элькон-Улканская, 2 – Южно-Алданская, 3 – Патомско-Жуинская, 4 – Олекминская, 5 – Нелькано-Бурхалинская, 6 – Каларо-Становая, 7 – Монголо-Охотская, 8 – Северо-Аргунская, 9 – Синлунгоу, 10 – Хингано-Охотская (главная), 11 – Западно-Туранская, 12 – Танлу-Дунми-Нижнеамурская, 13 – Центрально-Сихотэ-Алинская, 14 – Прибрежная пограничная, 15 – Северо-Китайская, 16 – Борзя-Балейская, 17 – Чикойская, 18 – Селигдар-Верхнетимптонская, 19 – Вилуйско-Бодайбинская, 20 – Ханкайская); 2 – позднемезозойско-кайнозойские эпифитогенные бассейны, депрессии, впадины: АЗ – Амуро-Зейская, ВЗ – Верхнезейская, СА – Саньцзын – Среднеамурская, СЛ – Силяохе, ХЛ – Тамцаг – Хайларская, ХН – Ханкайская; 3 – контуры Северо-Азиатского суперплюма; 4 – государственные границы; 5 – известные проявления коренной (а-д) платинометаллической минерализации и россыпей с МПГ (е-ж): а, б – в расслоенных ультрабазит-базитовых массивах: а – промышленной значимости (1 – Йоко-Довыренский, 2 – Чинейский), б – геохимически специализированные на ЭПГ: 3 – Каларская ассоциация, 4 – Лукинда, 5 – Веселкинский, 6 – Тантрак, 7 – Лучанский, Ильдеус, 8-10 – Джугджурская ассоциация, 11 – Баладекский; в – зональные (кольцевые) щелочно-ультраосновные массивы (И – Инаглинский, Д – Дарьинский, К – Кондерский, С – Сыбахский, Ч – Чадский, Ф – Феклистовский); г – в углеродистых протерозой-рифейских толщах (Б – Бодайбинский и Л – Лесозаводский районы); д – в кайнозойских угленосных толщах (Б – Бикинское, П – Павловское, Р – Реттиховское, Ш – Шкотовское, по (Середин, Томсон, 2008)); е-ж – россыпные проявления МПГ: е – сперрилит – ферроплатиновые, ж – рутениридосминовые.

Северо-восточный сектор сегмента отличается от северо-западного большим числом россыпных проявлений ЭПГ, ассоциирующих преимущественно с кольцевыми щелочно-ультраосновными массивами. Его периферические границы в основном совмещаются с несколькими разноориентированными градиентными зонами поля силы тяжести, в том числе с Селигдар-Верхнетимптонской на западе, БЭУ на севере и Хингано-Охотской на востоке.

Существование зон, вероятно, обусловлено глубинными разломами, с которыми совпадают северное и западное ограничения стагнированного океанического слэба, возникшего в раннем мелу при субдукции Японского сектора Тихоокеанской плиты (Зорин и др., 2006).

На восточной и юго-восточной периферии проекции суперплюма (Приморье), где геологические образования Центрально-Азиатского орогенного мегапояса, принадлежащие Ханкайскому

массиву, контактируют с горст-аккреционными и рифтогенными сооружениями Тихоокеанской окраины Азии, расположен Лесозаводский потенциально крупный золото-платиноидный район (Ханчук и др., 2004; Khanchuk et al., 2008). Севернее и южнее его платинометаллическая минерализация выявлена в Нижне-Бикинском, Павловском, Реттиховском, других буроугольных месторождениях, расположенных на площади кайнозойской зоны рассеянного рифтинга, центром которой считается Уссурийская плюмовая структура (Середин, Томсон, 2008). В контуре ее влияния на территории Юго-Западного Приморья известны платинометаллическо-золотые россыпи Фадеевского узла (Молчанов и др., 2005; Шека и др., 1991; Shcheka et al., 2004).

Удаленные от северной краевой части ареала Северо-Азиатского суперплюма (к его центру) потенциально платиноносные ультрамафит-мафитовые массивы: Ильдеуский, Лукиндинский, Лучанский, Кенгурак-Сергачинский, Веселкинский, Маристый, Ульдегит и др., изучены слабее «периферийных» (Бучко, 2010; Поляков и др., 1994, 2006). Возможно, это связано с их умеренной и слабой платиноносностью. Вместе с тем в этой части региона находится значительное число россыпей, содержащих переменные количества минералов ЭПГ (Мельников и др., 2006б; Моисеенко и др., 2004).

КРАТКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ОСНОВНЫХ РОССЫПНЫХ РАЙОНОВ И УЗЛОВ

В северо-западном секторе ареала САС при широкой распространенности потенциально платиноносных мафит-ультрамафитовых массивов, обнаружено ограниченное число комплексных (Pt-Au) и собственно платинометаллических россыпей. А.Г. Мочалов (Россыпные..., 1997, с. 139) объяснил подобный феномен тем, «...что коренные месторождения платиновых металлов всех типов, имеющих промышленную ценность, не являются россыпеобразующими, так как минералы ЭПГ в них имеют в основном очень мелкие размеры — десятые и тысячные доли миллиметра...». Им же было предложено считать россыпеобразующими такие формации, в которых присутствуют минеральные индивиды и агрегаты ЭПГ размером более 0.1 мм.

На территории Северного Забайкалья заслуживают особого внимания шлиховые ореолы, делювиальные и аллювиальные россыпепроявления благородных металлов, выявленные недавно в краевых частях Чинейского расслоенного плутона (Житова и др., 2004; Кривенко и др., 1995). Последний вмещает комплексные железо-титан-ванадиевые и медно-сульфидные руды с платинометаллической и золото-серебряной

минерализацией (Гонгальский, Криволуцкая, 1993, 1999; Толстых и др., 2008; Tolstuykh, 2008).

Из многих районов Юго-Востока России, где выявлены россыпные месторождения благородных металлов, привлекают внимание те, что расположены в северо-восточном секторе ареала, т.е. Приамурье, Южная Якутия, и, конечно, Приохотье.

В Приамурье МПГ установлены в 15% золотоносных россыпей (Мельников и др., 2006 а). Более других известны два россыпных платинометаллическо-золотых узла: Дамбукинский (ферроплатино-сперрилитовый) и Демско-Гарьский (иридосминовый). В Дамбукинском узле уникально богатом Au многие россыпи содержат от единичных до нескольких десятков зерен сперрилита, самородной платины, ферроплатины или осмиридов (Мельников и др., 2006б; Моисеенко и др., 2004).

Наиболее значительные их количества характерны для бассейнов р. Ульдегит и руч. Маристого, где закартированы небольшие мафит-ультрамафитовые массивы. Установлен возраст формирования массивов (U-Pb метод по циркону): Маристого — 2643 ± 31 млн. лет, Ульдегитского — 228 ± 1 млн. лет (Бучко и др., 2010). И.В. Бучко (2010) полагает, что оливинит-вебстерит-габбровый расслоенный массив Маристый сформировался из пикритоидных расплавов, генерация которых происходила в головной части неархейского плюма первого поколения за счет плавления недеплетированного мантийного перидотита.

В массиве Ульдегит преобладают габброиды, претерпевшие метаморфизм амфиболитовой фации. По геохимическим характеристикам они близки базитам, сформировавшимся «...под воздействием плюмов» (Бучко, 2010, с. 25).

Имеются сведения (Мельников и др., 2010) о существовании на площади узла и раннемеловых штокообразных тел, причисляемых к джалтинскому габбро-пироксенит-перидотитовому комплексу ($v\sigma K_1d$).

Коренными источниками ЭПГ кроме упомянутых массивов и мелких тел ультрабазитов, закартированных на площади узла (в виде дайкоподобных тел метасоматически преобразованных габброидов, перидотитов, пироксенитов, горнблендитов, дунитов с вкрапленностью сульфидов), вероятно, были и проявления сульфидной медно-никелевой минерализации, содержащей сперрилит и котульскит (Степанов и др., 2001).

Широко известным россыпным платинометаллическо-золотым узлом в Амурской области является Гарьский. По геолого-геофизическим данным он находится в краевой части Усть-Демского массива ультраосновных пород, площадью порядка 350 км^2 ($8-10 \times 45 \text{ км}$). Массив

сложен не только гидротермально-измененными гипербазитами дунит-гарцбургитовой формации (апогарцбургитовые серпентиниты, листовиты, родингиты и др.), но и габброидами, залегающими среди офиолитовых вулканитов (базальты, андезиты, включая коматииты и лампроиты), превращенных в зеленые сланцы. В протолочках бороздовых проб, а также в шлихах из элювия кор выветривания таких пород и делювия обнаружены зерна МПГ в ассоциации с самородным золотом, касситеритом и кинварью. Во многих ручьях, дренирующих офиолиты, выявлены МПГ от единичных знаков до 10-45 г/м³. В целом, количество таких минералов в россыпях узла изменяется от 1 до 10% по отношению к самородному золоту (Моисеенко и др., 2004). Основными источниками МПГ и Au служили метасоматически преобразованные ультрамафит-мафитовые породы и зоны прожилкования, сульфидизации, скарнирования в них. Платинометальная минерализация узла характеризуется распространенностью сплавов двух систем Os-Ir-Ru-Pt (преобладает) и Pt-Fe. Редко встречаются сульфидные и арсеносульфидные соединения платиноидов.

Специалисты, изучавшие платинометально-золотые россыпи Октябрьского рудно-россыпного района, на площади которого находится и Гарьский узел (Иванов и др., 1999), полагают, что крупномасштабная мобилизация благородных металлов и их ступенчатое концентрирование (вплоть до формирования значительных скоплений) происходили под влиянием поздних (Pz-Mz) тектоно-магматических, метасоматических и гидротермальных процессов, воздействовавших на докембрийские мафит-ультрамафитовые образования.

В Алданском районе Южной Якутии Л.В. Разин с соавторами (1994) при детальном обследовании 19 россыпей золота обнаружили присутствие МПГ в шлиховом материале каждой. Наиболее распространены сперриллит и минералы группы самородной платины (МГСП), реже, но практически повсеместно, встречаются иридоосмин и осмирид. По степени концентрации и набору платиновых минералов они разделили компактно расположенные (~ 10000 км²) россыпи на две группы: центральную, более продуктивную с разнообразным набором МПГ (сперриллит, МГСП, группы осмиридов и иридоосминов), присутствующих в относительно равных количествах (россыпи Орто-Сала, Якокута, Юхточка, Селигдара) и периферическую, менее продуктивную, в которой, к тому же, иридоосмин и осмирид содержатся в подчиненных количествах по отношению МГСП и сперрилита.

Собственно платиноносными являются аллювиальные отложения р. Инагли и ее при-

токов (Додин и др., 2000; Корчагин, 1996; Толстых, Кривенко, 1997; Рожков и др., 1962). Среди МПГ преобладают сплавы Pt и Fe, образующие ферроплатиновую ассоциацию, в которой на долю изоферроплатины и сперрилита приходится соответственно 86 и 14% тяжелого шлиха. Все другие МПГ встречаются в виде включений визоферроплатине и сперрилите. Примечательно, что специальное изучение платиноидов россыпи позволило Н.Д. Толстых и А.П. Кривенко (1997) выделить среди них два первично-магматических парагенезиса (иридий-изоферроплатиновый и осмий-изоферроплатиновый) и три поздних (наложенных), представленных тиошпинелями: $\text{CuIr}_2\text{S}_4 + \text{PtS}$, $\text{CuIr}_2\text{S}_4 + \text{CuPt}_2\text{S}_4$, $\text{CuIr}_2\text{S}_4 + (\text{Os}, \text{Ir})$, а также сперрилитом с Pd-минерализацией. В сперрилите часто присутствуют включения сульфидов других платиновых и цветных металлов. При этом сульфиды ЭПГ образуют полный изоморфный ряд: от лаурита (RuS_2) до эрлихманита (OsS_2). Инаглинский платиноносный массив характеризуется зональным строением. Его дунитовое ядро окружено позднемезозойскими магматическими образованиями повышенной щелочности, т.н. алданского комплекса.

Приохотская часть Юго-Востока России выделяется существенной россыпной платиноносностью. Именно здесь на территории Хабаровского края находятся уникальные россыпи р.р. Кондер, Уоргалан и их притоков (Мочалов, 1997). Наиболее богатые россыпи сосредоточены в пониженной котловинообразной части Кондерского кольцевого хребта, в пределах которой расположен зональный щелочно-ультраосновой массив, окруженный позднемезозойскими магматическими телами алданского комплекса. Главным полезным минералом россыпей является изоферроплатина с примесью иридия, осмия и других ЭПГ. Содержание примесей не превышает первых процентов (Мочалов, 1997; Некрасов и др., 1994а; Россыпные..., 1997; Сушкин, 1995).

Преобладающей минеральной примесью являются хромшпинелиды. Специальные исследования последних и включений в них (Симонов и др., 2010) показали, что особенности распределения РЗЭ во включениях указывают на влияние локального мантийного плюма, выразившееся в активном участии щелочных ультраосновных водосодержащих высокотемпературных пикритовых расплавов в формировании дунитовых ядра платиноносного массива. Влияние позднемезозойских производных САС отразилось на формировании гранитоидных образований по периферии ядра и сопровождалось внедрением штока козьвитов в его центре (Гурович и др., 1994; Маракушев и др., 1990; Zalishchak et al., 1998 и др.). Каретников А.С. (2005, 2009), систематизировав многочисленные данные о возрасте наложенных

магматических и метасоматических образований, закартированных в ядре Кондерского массива (в том числе даек козьвитов) и по его обрамлению, полученные разными изотопными методами, отметил, что практически все они приходится на поздний мезозой (преимущественно ранний мел). В отношении же времени становления дунитового ядра массива существует несколько точек зрения. При обосновании каждой из них приводятся или косвенные петрологические свидетельства его формирования в позднем мезозое (юра – ранний мел) в составе единой рудно-магматической системы, или изотопно-геохимические определения (Re-Os метод по МПГ), указывающие на его позднепалеозойское становление, или, наконец, геологические и петро-палеомагнитные доказательства его докембрийского возраста.

Еще одна достаточно крупная россыпь – Академическая (Моисеенко и др., 2004) выявлена к ЮВ от Кондерской в долинах ручьев Моховой и Рогатый. Она сопряжена с Чадским кольцевым щелочно-ультраосновным массивом. Россыпь является комплексной, в которой соотношения МПГ к Au примерно равно 9:1.

Существенные количества платиноидов (до 1% Pt, Os, Ir) зафиксированы в нескольких расположенных поблизости золотоносных россыпях Юнского, Даньского и др. узлов. Одно из проявлений платины находится в бассейне руч. Дарья (Юнский узел), где геологическая обстановка (наличие массивов пироксенитов, тел козьвитов, порфиридных гранитоидов повышенной щелочности, щелочных метасоматитов, присутствие в аллювии оливина и хромшпинелидов) и контрастные кольцевые гравитационные и магнитные аномалии, интерпретировались Е.В. Ялынычевым и Г.С. Мирзехановым (1983) в пользу существования рудоносного мафит-ультрамафитового массива.

Зерна платиноидов, хромита и золота присутствуют в аллювии истоков Учюра, Уяна, Джаны, Лимну, бассейне р. Гербикан, в Лантарских россыпях. Осмистый иридий и ферроплатина обнаружены в золотоносной россыпи вблизи Баладекского массива. Самороднометалльные, интерметаллические и халькогенидные фазы платиноидов отобраны Г.С. Мирзехановым из аллювиальных отложений р. Таймень (Западное Приохотье), где преимущественно распространены вулканоплутонические образования Охотской ветви ОЧВП (Иванов и др., 2008).

Весьма своеобразная ассоциация склоновых, флювиальных и литоральных россыпей ЭПГ и Au среди рыхлых элювиально-делювиально-аллювиальных и прибрежно-морских отложений выявлена геологами «Дальморгео» на

острове Феклистов (Шантары) в Охотском море (Некрасов и др., 1994б; Остапчук, 1989). Здесь на площади одноименного кольцевого массива мафит-ультрамафитовых образований, дренируемых руч. Корифан, выявлены шлиховые ореолы и россыпи МПГ. Примечательно, что обрамление дунитового ядра плутона, как и в случаях Инаглинского, Кондерского и Чадского массивов, представлено монцонитоидными разновидностями диоритов и габбро-диоритов, имеющих, однако, ограниченное распространение.

Наиболее известные платинометалло-золотые россыпи в юго-восточном секторе ареала САС, на территории *Юго-Западного Приморья*, сосредоточены в Фадеевском узле (Молчанов и др., 2005). Его позиция определяется положением на восток-северо-восточном фланге Цилинь-Лаоелинской складчатой системы (ЦЛСС) у границы с Ханкайским супертеррейном (Геодинамика..., 2006). Для ЦЛСС в целом характерно преобладание палеозойских и мезозойских интрузивных образований над осадочными и вулканогенно-осадочными комплексами, сохранившимися лишь в межразломных впадинах и между крупными плутонами. Послекаледонские интрузивы представлены мелкими телами гипербазитов, габбро, диоритов и гранитов поздних фаз внедрения. Фадеевский узел окружен массивами юрско-раннемеловых гранитоидов пограничного, каменушинского, первомайского и др. комплексов (Неволин и др., 2008). Кроме того, как уже отмечалось выше, рассматриваемый узел, по представлениям В.В. Середина и И.Н. Томсона (2008), расположен в ареале влияния Уссурийского позднекайнозойского плюма.

В аллювиальных отложениях местных рек и ручьев, относимых к южной группе россыпей, значительная часть черного шлиха приходится на ильменит, магнетит, рутил, сфен и киноварь. Помимо перечисленных минералов и благородных металлов в россыпях выявлены пирит, арсенопирит, касситерит, сфалерит, галенит, молибденит, вольфрамит, минералы висмута. Платиноиды представлены сплавами Pt-Fe и Os-Ir-Ru с преобладающей ролью первых (Щека и др., 1991; Shcheka et al., 2004). Доминирующей фазой является изоферроплатина (Pt₃Fe), а тетраферроплатина (PtFe) редка. Зерна первично-магматических минералов часто окружены оторочками золота и разнообразных вторичных МПГ, содержащих S, As, Sb, Cu, Sn, Bi. Эти каймы иногда нарастают друг на друга. Появление комплекса вторичных платиноидов связывается с преобразованиями гипербазитов и первичной рудной минерализации при внедрении гранитоидных масс в позднем палеозое и мезозое (Молчанов и др., 2005; Щека и др., 1991).

ОБСУЖДЕНИЕ ИЗЛОЖЕННЫХ
МАТЕРИАЛОВ

Россыпи Юго-Востока России по степени представленности в них благородных металлов разделяются на золотые, платинометалло-золотые, золото-платинометалльные и платинометалльные. До 15% россыпей Au содержат от единичных знаков до весьма существенных (весовых) количеств МПГ. В случаях присутствия платиноидов на уровне 10% учтенного золота россыпепроявления считаются платинометалло-золотыми. Такие россыпи выявлены преимущественно в восточном сегменте ареала влияния Северо-Азиатского суперплума на площади Гарьского, Дамбукинского (Верхнее Приамурье) и Фадеевского (Юго-Западное Приморье) узлов. Россыпеобразующие комплексы в перечисленных узлах представлены офиолитовыми ассоциациями, расслоенными мафит-ультрамафитовыми или зональными щелочно-ультраосновными массивами. Изложенные выше материалы свидетельствуют о том, что коренные источники практически всех промышленно значимых платинометалло-золотых, золото-платинометалльных и платинометалльных россыпей подверглись в позднем фанерозое воздействию магматических и постмагматических (гидротермально-метасоматических) производных позднемезозойского плюмового магматизма, которым принадлежит рудообразующая роль в возникновении повышенных концентраций ЭПГ в ранее возникших ультрамафит-мафитовых плутонах. Прокомментируем изложенные выше материалы.

В Дамбукинском узле комплексные россыпепроявления МПГ и Au принадлежат иридино-платиновому минерально-геохимическому типу (Мочалов, 1997). Наиболее ранним из расслоенных интрузивов, обнаруженных на площади узла, является оливинит-вебстерит-габбровый массив Маристый (2643 ± 31 млн. лет), причисляемый к производным плюмового магматизма I поколения (Бучко, 2010). В непосредственной близости от него находится поздне триасовый (228 ± 1 млн. лет) габброидный массив Ульдегит (Бучко и др., 2010), принадлежащий, по всей вероятности, к мезозойским производным САС. Кроме того, здесь предполагается наличие раннемеловых габбро-пироксенит-перидотитовых штокообразных тел джалтинского комплекса (Мельников и др., 2010).

В Гарьском платинометалло-золотом узле рутениридосминового минерально-геохимического типа источниками МПГ служили магнезиальные офиолитовые дунит-гарцбургитовые образования протерозойского (?) возраста, подвергшиеся в позднем палеозое и мезозое воздействию магматических производных

САС, превративших ультрамафиты и мафиты офиолитовой ассоциации в серпентиниты, скарны, родиниты, листовиты, иные метасоматиты, сопровождающиеся зонами прожилкования и сульфидизации.

В Фадеевском платиноидно-золотом узле присутствие МПГ, как и появление их зональных зерен, вероятнее всего обусловлено позднепалеозой-мезозойскими преобразованиями небольшого протерозой-раннепалеозойского (?) кольцеобразного массива с дунитовым ядром и верлит-пироксенит-габбровой периферией (Щека и др., 1991). Его преобразования (вплоть до полного исчезновения) в позднем палеозое или позднем мезозое связано с воздействием гранитоидных интрузий и гранитогенных гидротермально-метасоматических производных САС, что подтверждается присутствием в россыпях касситерита, вольфрамит, молибденита, минералов висмута и др.

Уникальные, крупные и средние по своим масштабам россыпи иридино-платинового типа во многом определяющие металлогенический облик северо-восточного сектора ареала влияния САС, выявлены вблизи тех зональных щелочно-ультраосновных массивов, которые подверглись интенсивным воздействиям поздне-мезозойских гранитогенных и гидротермально-метасоматических производных плюмового магматизма. Наиболее значительные концентрации МПГ в россыпях выявлены и разведаны в тех обстановках, где воздействие плюмового магматизма, в т.ч. производных САС, было наиболее масштабным не только на периферические части кольцевых массивов, но и на дунитовые ядра (в том числе за счет внедрения штоков козьвитов, даек нефелиновых сиенитов и т.п.). Особенно ярко это видно на примере Кондерского месторождения. Если же такого воздействия не произошло (примером может служить массив Сыбах), то россыпи МПГ отсутствуют или имеют незначительные шлиховые ореолы.

Наложённые магматические и постмагматические (гидротермально-метасоматические) процессы, по мнению многих исследователей (Гурович и др., 1994; Залищак и др., 1997; Карсаков, Бердников, 1989; Маракушев и др., 1990; Мочалов, 1997; Толстых, Кривенко, 1997; Шарков, Богатиков, 1999 и др.) обусловили сегрегирование в ядрах и по периферии массивов ранее возникшей (в хромшпинелидах и титаномагнетитах) аксессуарной субмикроскопической (пылевидной) вкрапленности МПГ, формирование крупных шлировых обособлений, линз, линзовидно-прожилковых зон хромшпинелидов в эндо- и экзоконтактах гранитоидных тел среди дунитов и дунит-пегматитов. Синхронно

с сегрегированием хромшпинелидов происходило их обогащение ЭПГ, что обеспечивало возникновение геохимических ореолов соответствующих элементов вплоть до появления значимых концентраций (на уровне первых г/т и более) в рудных зонах протяженностью в десятки и сотни метров. Таким образом, существование в позднем палеозое и мезозое САС и его производных послужило причиной интенсификации рудообразующих процессов в ареале влияния суперплюма. Учитывать это обстоятельство (рудообразующую роль САС и его производных) необходимо не только при металлогенических, геолого-поисковых исследованиях, но и районировании региона. Обоснованию новых подходов к платино-минерагеническому районированию Юго-Востока России будет способствовать дополнительный анализ геолого-геохимических и минералогических материалов по коренной платиноносности региона.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Возникновение условий, благоприятствовавших формированию россыпной платиноносности в регионе, предопределено плюмовым рудогенерирующим магматизмом нескольких поколений (в протерозое и фанерозое). Им обусловлено возникновение расслоенных, зональных ультрамафит-мафитовых массивов, подвергшихся в позднем палеозое и мезозое воздействию гранитогенных производных Северо-Азиатского суперплюма, обеспечивших развитие рудообразующих магмато-генно-флюидно-метасоматических процессов. Из этого следует, что наиболее благоприятные геолого-петрологические и физико-химические условия для концентрирования ЭПГ создавались в местах наложения гранитогенных образований на ранее возникшие зональные массивы и офиолитовые комплексы.

Источниками крупных и уникальных россыпей (по периферии ареала влияния САС) явились активированные в позднем мезозое щелочно-ультраосновные платиноносные массивы, расположенные согласно северной трансформной границе стагнированного слэба, существование которого связано с субдукцией Японского сектора Тихоокеанской плиты.

Предполагая, что в местах воздействия производных САС на расслоенные ультрамафит-мафитовые плутоны также могли создаваться благоприятные условия для развития рудообразующих процессов, следует обратить более пристальное внимание эндо- и экзоконтактовым участкам соприкасающихся докембрийских и позднепалеозой-мезозойских массивов, даже при отсутствии промышленно значимых россыпей

платиноидов. Подобно тому, как это имеет место у юго-западного контакта позднепротерозойского Чинейского расслоенного габбро-норитового плутона, где закартированы позднепалеозойские гранитоиды ингамакитского комплекса.

Список литературы

- Алакшин А.М., Карсаков Л.П.* Глубинное строение зоны Станового структурного шва // Тихоокеанская геология. 1985. Т. 26. № 1. С. 70-80.
- Алакшин А.М., Письменный Б.М.* О строении земной коры зоны сочленения Сибирской платформы со складчатым обрамлением // Геология и геофизика. 1988. № 11. С. 24-31.
- Бучко И.В.* Этапы ультрамафит-мафитового и габбро-анортозитового магматизма юго-восточного обрамления Северо-Азиатского кратона // Автореф. дисс. докт. геол.-мин. наук. Владивосток, 2010. 47 с.
- Бучко И.В., Сорокин А.А., Сальников Е.Б. и др.* Триасовый этап мафитового магматизма Джугджуро-Станового супертеррейна (Южное обрамление Северо-Азиатского кратона) // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 11. С. 1489-1500.
- Геодинамика, магматизм и металлогения Востока России: в 2 кн. / под ред. А.И. Ханчука. Владивосток: Дальнаука, 2006. 981 с.
- Гонгальский Б.И., Криволицкая Н.А.* Чинейский расслоенный плутон. Новосибирск: Наука, Сиб. отд., 1993. 184 с.
- Гонгальский Б.И., Криволицкая Н.А.* Минералогия и геохимия платиновых металлов Чинейского массива (Северное Забайкалье) // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI веке (минералогия, генезис, технология, аналитика). М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. Т. IV. С. 30-40.
- Гурович В.Г., Землянухин В.Н., Емельяненко Е.П. и др.* Геология, петрология и рудоносность Кондерского массива. М.: Наука, 1994. 176 с.
- Дистлер В.В., Митрофанов Г.Л., Немеров В.К. и др.* Формы нахождения металлов платиновой группы и их генезис в золоторудном месторождении Сухой Лог (Россия) // Геология рудных месторождений. 1996. Т. 38. № 6. С. 467-484.
- Дистлер В.В., Степин А.Г.* Малосульфидный платиноносный горизонт Йоко-Довыренского расслоенного гипербазит-базитового интрузива // ДАН. 1993. Т. 328. № 4. С. 498-501.
- Добрецов Н.Л., Борисенко А.С., Изох А.Э. и др.* Термохимическая модель пермотриасовых мантийных плюмов Евразии как основа для выявления закономерностей формирования и прогноза медно-никелевых, благородно- и редкометальных месторождений // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1159-1187.

- Додин Д.А., Поляков Г.В., Дюжиков О.А. и др.* Платиноидные месторождения Северо-Азиатского кратона и его обрамления: металлогения и геодинамика // Геология и геофизика. 1999. Т. 40. № 11. С. 1619-1634.
- Додин Д.А., Чернышов Н.М., Яцкевич Б.А.* Платинометалльные месторождения России. СПб.: Наука, 2000. 755 с.
- Жао Дапэнг, Пирайно Франко, Лиу Люси.* Структура и динамика мантии под Восточной Россией и прилегающими регионами // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1188-1203.
- Житова Л.М., Толстых Н.Д., Цимбалист В.Г.* Особенности концентрирования благородных металлов в склоновых россыпях Чинейского плутона // ДАН. 2004. Т. 369. № 5. С. 654-659.
- Залищак Б.Л., Пахомова В.А., Соляник В.А.* Метасоматиты платиноидного массива Кондер (Хабаровский край) // Метасоматическая зональность полигенных и полихронных месторождений. Инф. матер. всерос. конф. «Метасоматизм и рудообразование». Екатеринбург, 1997. С. 55-57.
- Зорин Ю.А., Турутанов Е.Х., Кожевников В.М. и др.* О природе кайнозойских верхнемантийных плюмов в Восточной Сибири (Россия) и Центральной Монголии // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 10. С. 1060-1074.
- Иванов В.В., Зимин С.С., Моисеенко В.Г. и др.* Самородные металлы из платиноидно-золотых россыпей Селемджино-Зейского пояса офиолитов (Верхнее Приамурье) // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI веке (минералогия, генезис, технология, аналитика). М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. Т. IV. С. 60-67.
- Иванов В.В., Ленников А.М., Мирзеханов Г.С.* Особенности состава и возможный источник минералов платиноидов из месторождения россыпного золота р. Таймень (Западное Приохотье, Россия) // ДАН. 2008. Т. 422. № 6. С. 788-792.
- Каретников А.С.* К проблеме определения возраста массива Кондер // Тихоокеанская геология. 2005. Т. 24. № 4. С. 76-83.
- Каретников А.С.* Палеомагнетизм ультрабазитов массива Кондер и оценка его возраста // Тихоокеанская геология. 2009. Т. 28. № 6. С. 23-42.
- Карсаков Л.П., Бердников Н.В.* Условия образования и преобразования пород Кондерского щелочно-ультраосновного массива и особенности локализации связанного с ним оруденения // Тихоокеанская геология. 1989. № 5. С. 32-36.
- Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Богатиков О.А.* Новейший вулканизм и его связь с процес-
- сами межплитного литосферного взаимодействия и глубинной геодинамикой // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1204-1221.
- Коваленко В.И., Ярмолюк В.В., Богатиков О.А.* Геодинамическое положение новейшего вулканизма Северной Евразии // Геотектоника. 2009. № 5. С. 3-24.
- Конников Э.Г., Неручев С.С., Прасолов Э.М. и др.* Флюидный режим формирования малосульфидной благороднометалльной минерализации Довыренского дунит-троктолит-габбрового массива // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI веке (минералогия, генезис, технология, аналитика). М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. Т. IV. С. 169-175.
- Корчагин А.М.* Инаглинский плутон и его полезные ископаемые. М.: Недра, 1996. 157 с.
- Кривенко А.П., Изох А.Э., Толстых Н.Д., и др.* Устойчивость минералов платины и палладия при разрушении сульфидных руд // ДАН. 1995. Т. 342. № 5. С. 640-643.
- Маракушев А.А., Емельяненко Е.П., Некрасов И.Я. и др.* Формирование концентрически – зональной структуры Кондерского щелочно-ультраосновного массива // ДАН. 1990. Т. 311. № 1. С. 167-170.
- Мельников В.Д., Мельников А.Д., Ковтонюк Г.П.* Россыпи золота Амурской области. Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2006а. 296 с.
- Мельников А.В., Степанов В.А., Мельников В.Д.* Платина Амурской области. Благовещенск: АмГУ, 2006б. 136 с.
- Мельников А.В., Моисеенко В.Г., Мельников В.Д.* Платиноносность базит-гипербазитовых комплексов Дамбукинского рудного района Верхнего Приамурья (Дальний Восток, Россия) // ДАН. 2010. Т. 435. № 5. С. 673-676.
- Моисеенко В.Г., Степанов В.А., Эйриш Л.В. и др.* Платиноносность Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 2004. 176 с.
- Молчанов В.П., Моисеенко В.Г., Хомич В.Г.* Минералы благородных металлов россыпей Фадеевского узла (Приморье) как индикаторы формационной принадлежности коренных источников // ДАН. 2005. Т. 402. № 5. С. 661-664.
- Мочалов А.Г.* Россыпи платиновых металлов // Россыпные месторождения России и других стран СНГ (минералогия, промышленные типы, стратегия развития минерально-сырьевой базы) / Отв. ред. Н.П. Лаверов и Н.Г. Патык-Кара М.: Научный мир, 1997. С. 127-164.
- Неволин П.Л., Уткин В.П., Кутуб-Заде Т.К. и др.* Западное Приморье: геология, геодинамика структурирования и аспекты металлогении // Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 278-298.

- Некрасов И.Я., Ленников А.М., Октябрьский Р.А. и др.* Петрология и платиноносность кольцевых щелочно-ультраосновных комплексов. М.: Наука, 1994а. 381 с.
- Некрасов И.Я., Шека С.А., Ленников А.М. и др.* Сравнительный петрографо-минералогический анализ платиноносных массивов Юго-Востока Алданского щита, острова Феклистова и Сихотэ-Алиня // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. М.: АО «Геоинформмарк», 1994б. С. 165-174.
- Останчук В.И.* О платиноносном массиве Дальнего Востока // Тихоокеанская геология. 1989. № 2. С. 113-119.
- Парфенов Л.М., Берзин Н.А., Ханчук А.И. и др.* Модель формирования орогенных поясов центральной и северо-восточной Азии // Тихоокеанская геология. 2003. Т. 22. № 6. С. 7-41.
- Поляков Г.В., Изох А.Э., Кривенко А.П.* Платиноносные ультрамафит-мафитовые формации подвижных поясов Центральной и Юго-Восточной Азии // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 12. С. 1227-1241.
- Поляков Г.В., Кривенко А.П., Изох А.Э. и др.* Малосульфидное платинометальное оруденение в дифференцированных ультрабазит-базитовых массивах складчатых областей юга Сибири // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. М.: АО «Геоинформмарк», 1994. С. 139-149.
- Разин Л.В., Васюков В.С., Избеков Э.Д. и др.* Россыпная платиноносность Центрально-Алданской металлогенической области // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. М.: АО «Геоинформмарк», 1994. С. 159-165.
- Рожков И.С., Кицул В.И., Разин Л.В. и др.* Платина Алданского щита. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 120 с.
- Россыпные месторождения России и других стран СНГ (минерагеня, промышленные типы, стратегия развития минерально-сырьевой базы) / Отв. ред. Н.П. Лаверов и Н.Г. Патык-Кара. М.: Научный мир, 1997. 479 с.
- Середин В.В., Томсон И.Н.* Кайнозойская рифтогенная металлогения Приморья // Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 192-209.
- Симонов В.А., Приходько В.С., Ковязин С.В. и др.* Условия формирования Кондерского платиноносного ультраосновного массива (Алданский щит) // ДАН. 2010. Т. 434. № 1. С. 108-111.
- Степанов В.А., Мельников А.В., Гвоздев В.И.* Находка массивных Ni-Cu-Pd руд в Верхнем Приамурье. Тез. докл. общеросс. семинара «Платина геологических формаций Сибири». Красноярск, 20-21 сентября 2001. С. 95-96.
- Сушкин Л.Б.* Характерные черты самородных элементов месторождения Кондер // Тихоокеанская геология. 1995. Т. 14. № 5. С. 97-102
- Тектоника, глубинное строение и минерагеня Приамурья и сопредельных территорий / Отв. ред. Шатков Г.А., Вольский А.С. СПб.: изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 190 с.
- Толстых Н.Д., Кривенко А.П.* Минералы платиновых металлов в россыпи р. Инагли (Алданский щит) // Геология и геофизика. 1997. Т. 38. № 4. С. 765-774.
- Толстых Н.Д., Орсов Д.А., Кривенко А.П. и др.* Богороднометальная минерализация в расслоенных ультрабазит-базитовых массивах юга Сибирской платформы. Новосибирск: Параллель, 2008. 194 с.
- Ханчук А.И., Плюснина Л.П., Молчанов В.П.* Первые данные о золото-платиноидном оруденении в углеродистых породах Ханкайского массива и прогноз крупного месторождения благородных металлов в Приморском крае // ДАН. 2004. Т. 397. № 4. С. 524-529.
- Хомич В.Г., Борискина Н.Г.* Северо-Азиатский суперплюм и платиноносность Юго-Востока России // ДАН. 2011. Т. 436. № 3. С. 356-359.
- Шарков Е.В., Богатиков О.А.* Петрологические аспекты механизмов концентрирования платиноидов в магматическом процессе (на примере расслоенных интрузивов) // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов. М.: АО «Геоинформмарк», 1999. Т. IV. С. 152-169.
- Шека С.С., Вржосек А.А., Сапин В.И. и др.* Преобразования минералов платиновой группы из россыпей Приморья // Минералогический журнал. 1991. Т. 13. № 1. С. 31-40.
- Ялынычев Е.В., Мирзеханов Г.С.* Магматизм кольцевых структур юго-восточной части Сибирской платформы (на примере Учуро-Майского междуречья) // Тихоокеанская геология. 1983. № 3. С. 84-87.
- Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Кузьмин М.И.* Северо-Азиатский суперплюм в фанерозое: магматизм и глубинная геодинамика // Геотектоника. 2000. № 5. С. 3-29.
- Khanchuk A.I., Plyusnina L.P., Molchanov V.P.* Prospects for noble-metal deposits in graphite bearing rocks of the Khanka terrane, Russian Far East // Ores and Orogenesis Circum-Pacific Tectonics, Geologic evolution and ore deposits. Ed. By J. Spenser and S.R. Titley. Arizona, 2008. P.181-185.
- Shcheka G.G., Vrzhossek A.A., Lehmann B. et al.* Association of platinum-group minerals from the Zolotaya Gold placer, Primorye, Russian Far East // The Canadian Mineralogist. 2004. V. 42. P. 583-599.

Tolstykh N.D. PGE mineralization in marginal sulfide ores of the Chineisky layered intrusion, Russia // *Mineralogy and Petrology*. 2008. V. 92. P. 283-306.
Zalishchak B.L., Lennikov A.M., Oktyabrsky R.A. et al. Mineralization of zonal alkali-ultrabasic

complexes of the Far East Russia. Proceedings of the Ninth Quadrennial IAGOD Symposium. E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung (Nägele u. Obermiller), D-70176 Stuttgart, 1998. P. 541-553.

ZONE OF NORTH-ASIAN SUPERPLUME DERIVATIONS (SOUTH-EAST RUSSIA)

V.G. Khomich, N.G. Boriskina

Far East Geological Institute, FEB of RAS, Vladivostok, 690022

The sources of large and unique platinum-metal placers were the zonal alkali-ultrabasic massifs which become active in the Cretaceous and were inclined to the margins of the zone of the North-Asian superplume (NAS) influence. The plume ore-generating magmatism of several generations (in Proterozoic and Phanerozoic) is responsible for conditions favorable for the formation of the placer platinum presence in the region. Ultramafite-mafite magmatism caused the origin of the stratified zonal massifs which suffered in the Late Paleozoic and Mesozoic from granitogene derivations of the NAS. The later favored the development of the ore-forming magmagenic-fluid-metasomatic processes and contributed in favorable conditions for the platinum group elements concentration.

Keywords: platinum-bearing ore-placer districts, scientific basics of prediction.