

ПОЛЕЗНЫЕ ИСКОПАЕМЫЕ,  
МЕТОДИКА ИХ ПОИСКОВ И РАЗВЕДКИ

УДК 553.491.8(571)

*В.Г. ХОМИЧ, Н.Г. БОРИСКИНА*

**ПЛАТИНОНОСНОСТЬ ЮГО-ВОСТОКА РОССИИ**

Юго-Восток России (ЮВР) занимает пространство к югу от Сибирской платформы и к востоку от оз. Байкал вплоть до Охотского и Японского морей. Для территории ЮВР характерна неравномерность распределения рудно-россыпных проявлений элементов платиновой группы (ЭПГ). Она выражается в преимущественном размещении коренных рудопроявлений ЭПГ к западу, а россыпных — к востоку от междуречья Олёкмы и Алдана. Возникновение условий, благоприятствовавших локализации ЭПГ, предопределено в основном плюмовым рудогенерирующим магматизмом нескольких поколений, сопряженным в последующем с формированием гранитоидных магмофлюидно-метасоматических систем. На особенности размещения коренных и россыпных проявлений ЭПГ повлияло также существование стагнированного океанского слэба, расположенного в транзитной зоне мантии.

Ключевые слова: платиноносные рудно-россыпные районы; научные основы прогноза.

Ранние проявления потенциально платиноносного мафитового магматизма в регионе относят к неоархею и протерозою. В фанерозое между Сибирской и Китайской платформами возникла весьма крупная внутриплитная магматическая провинция из нескольких позднепалеозойско-раннемезозойских и позднемезозойско-кайнозойских ареалов. Их появление связывают с деятельностью горячих точек и полей в мантии, имеющих нижнемантийные корни [5, 10]. Самыми крупными из ареалов являются Баргузино-Витимский (320—285 млн. лет), Центрально-Азиатский (230—190 млн. лет) и Центрально-Восточно-Азиатский (160—0 млн. лет). Последний называют также Северо-Азиатским суперплюмом [41]. В разные этапы функционирования плюмы оказывали существенное влияние на развитие рудогенерирующих и рудообразующих процессов [5]. Имеются основания полагать, что достаточно ярко такое влияние оказалось на восточном фланге Центрально-Азиатского орогенного мегапояса и на примыкающих к нему с юга и севера Сино-Корейском и Сибирском кратонах [38].

Проекция контуров мезозойско-кайнозойского горячего поля мантии во многом конформна, а иногда полностью совмещается с провинцией новейшего внутриплитного магматизма Восточной и Центральной Азии [42]. Обозначенные границы трассируются глубинными разломами планетарного, трансрегионального масштаба и палеорифто-

выми сооружениями, весьма отчетливо выраженными в геофизических полях в виде градиентных зон поля силы тяжести разной ориентировки [33]. Сопряжения таких градиентных зон контролируют размещение многих крупных золоторудных районов, в пределах которых проявлена и платинометаллическая минерализация.

Новые петролого-геохимические данные о существовании горячих полей мантии [5, 10, 38, 41] и их возможном опосредованном влиянии на формирование проявлений благородных металлов требуют дополнительного анализа закономерностей размещения месторождений золота, серебра, платиноидов на Юго-Востоке России. Первый опыт подобного анализа в отношении золотого оруденения региона показал, что время формирования многих (если не большинства известных) месторождений Au хронологически согласуется с периодом активности производных Северо-Азиатского суперплюма [36, 37]. Поэтому представляется естественным привести результаты дальнейших исследований и в отношении проявлений элементов платиновой группы (ЭПГ).

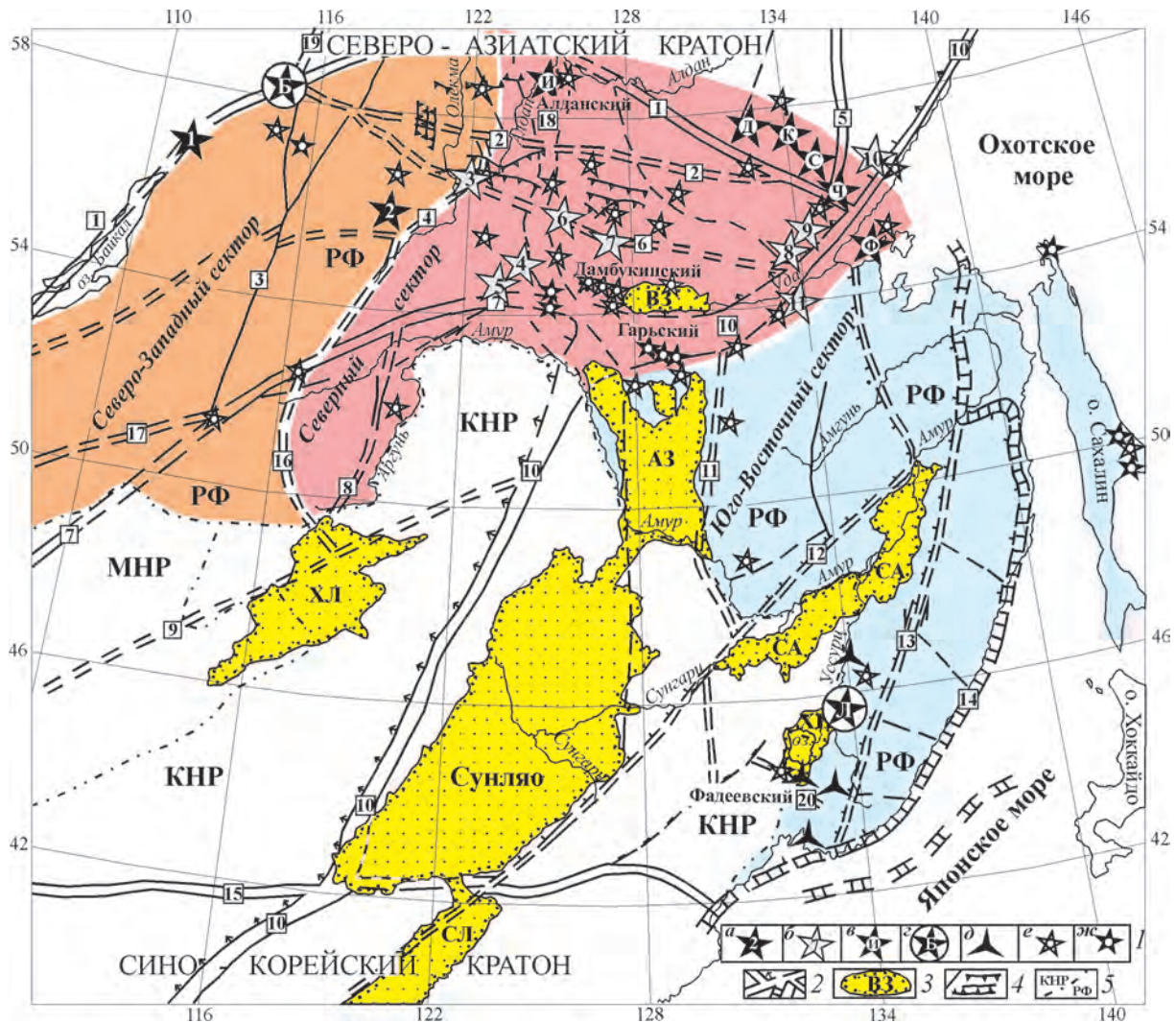
Цель настоящей публикации состоит в синтезе материалов в основном по россыпной платиноносности Юго-Востока России (ЮВР) для выявления закономерностей размещения соответствующего оруденения, прогноза и оценки коренных его проявлений.

**Пространственное положение рудно-россыпных проявлений платиноидов в регионе**

Наиболее известные рудно-россыпные проявления ЭПГ сосредоточены в трёх секторах ЮВР, границами которых в основном являются градиентные зоны поля силы тяжести (рис. 1). В северо-западном секторе россыпи ЭПГ встречаются достаточно редко. Коренные проявления платинометаллической минерализации выявлены здесь в расчлененных ультрамафит-мафитовых массивах (Довы-

ренском дунит-троктолит-габбровом, Чинейском габбро-норитовом и др.) и золоторудных месторождениях Бодайбинского района [2, 6, 13, 37]. На западе, северо-западе и севере границы сектора представлены фрагментами Байкало-Элькон-Улканской (БЭУ), на востоке — Олёкминской и Борзя-Балейской или Северо-Аргунской, на юге — Синлунгоуской градиентными зонами поля силы тяжести I—II порядка [33, 36].

Северный сектор примыкает с юго-востока к северо-западному, но отличается от него значите-



**Рис. 1.** Схема размещения платиноносных районов и узлов на Юго-Востоке России, составлена авторами с использованием материалов [33, 36]: 1 — известные проявления коренной (а—д) платинометаллической минерализации и россыпей с МПГ (е—ж): а, б — в расчлененных ультрабазит-базитовых массивах: а — промышленной значимости (1 — Июко-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 — Балалекский; 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; е—ж — россыпные проявления МПГ: е — сперрилит-ферроплатиновые, ж — рутениридосминовые; 2 — гравитационные ступени и зоны нарушения поля силы тяжести разного масштаба; цифрами обозначены гравитационные ступени (1—11, 14—18) и крупные сдвиговые (12, 13) системы: 1 — Байкало-Элькон-Улканская, 2 — Южно-Алданская, 3 — Патомско-Жуинская, 4 — Олёкминская, 5 — Нелькано-Бурхалинская, 6 — Каларо-Становая, 7 — Монголо-Охотская, 8 — Северо-Аргунская, 9 — Синлунгоу, 10 — Хинган-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-Верхнегимптонская, 19 — Вилюйско-Бодайбинская, 20 — Ханкайская; 3 — позднемезозойско-кайнозойские эпирифтогенные бассейны, депрессии, впадины: АЗ — Амуро-Зейская, ВЗ — Верхнезейская, СА — Саньзын — Среднеамурская, СЛ — Сильяохе, ХЛ — Тамцаг — Хайларская, ХН — Ханкайская; 4 — некоторые крутопадающие разломы и зоны надвигов; 5 — государственные границы, разными цветами показаны сектора ЮВР, характеризуемые в тексте

льным числом россыпных проявлений ЭПГ, в том числе ассоциирующих с кольцевыми (гетерогенными, по [7]) щелочно-ультраосновными массивами. Северная периферическая граница сектора в целом совмещается с местными разноориентированными градиентными зонами поля силы тяжести, а южная — с Главной (Хингано-Охотской) (рис. 1).

В Приамурской части сектора находится значительное число россыпей золота, содержащих переменные количества минералов платиновой группы (МПП). Считается, что источниками последних были офиолитовые комплексы и расслоенные умеренно- и слабоплатиноносные массивы ультрамафит-мафитовых образований [1, 19, 22].

В юго-восточном секторе, где геологические образования Центрально-Азиатского орогенного мегапояса, принадлежащие Буреинскому, Ханкайскому массивам, контактируют с горст-аккреционными и рифтогенными сооружениями Тихоокеанской окраины Азии, расположен Лесозаводский, потенциально крупный, золотоплатиноидный район [35]. Севернее и южнее его платинометаллическая минерализация выявлена в Нижне-Бикинском, Павловском, Реттиховском и других буроугольных месторождениях, расположенных на площади кайнозойской зоны рассеянного рифтинга, центром которой считается Уссурийская плюмовая структура [30]. На территории Юго-Западного Приморья известны платинометаллическо-золотые россыпи Фадеевского узла [23, 40].

#### **К проблеме аналитической достоверности определений концентраций ЭПГ**

Важным условием объективности комплексного анализа геологических, геофизических, геохимических и минерагенических данных, раскрывающих особенности размещения в регионе благороднометаллического оруденения, является использование качественных определений содержания платиноидов в породах и рудах. Обзор методов вскрытия, обогащения и определения ЭПГ, применяемых при решении геологических задач, а затем и характеристике металлоносности того или иного объекта, предпринятый А.Н. Курским [16], с одной стороны, свидетельствует о широких возможностях аналитиков, а с другой — о сомнительной достоверности приводимых во многих публикациях определений ЭПГ. Последнее обстоятельство, ранее отмеченное Н.П. Лаверовым и В.В. Дистлером [17], обусловлено как отсутствием в публикациях ссылок на метрологическую аттестованность, сертифицированную используемых «определяющих» методик, так и сведений о формах включения платиноидов в состав матрицы или включений (в виде собственных минералов, самородных металлов и т. п.). Примерами такой сомнительной достоверности могут служить данные о платиноносности руд и вмещающих пород многих месторождений золота, цветных и чёрных металлов, базирующиеся только на анализах по несертифицированным методикам при отсутствии в публикаци-

ях доказательств присутствия тех или иных минеральных форм ЭПГ. В этом отношении выигрышное положение занимают россыпные проявления МПП, в которых наличие ЭПГ (от единичных зёрен до весовых количеств) подтверждается обнаружением самородных металлов и существованием собственно минеральных форм таких элементов.

#### **Краткая характеристика россыпных проявлений платиноидов**

В северо-западном секторе ЮВР при широкой распространённости потенциально платиноносных мафит-ультрамафитовых массивов, обнаружено ограниченное число комплексных (Pt—Au) и собственно платинометаллических россыпей. А.Г. Мочалов [24, 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...».

На площади сектора наличие МПП (иногда до 10 % учтенного Au) установлено в золотоносных россыпях Баргузино-Витимского ареала (ключ Каменный, руч. Крутой на площади Парамского массива в Бурятии) [13]. Присутствуют МПП и в золотых россыпях верховий р. Кия (Дарасунский рудный район), верховий р. Ингода, в Нерчинско-Заводском районе (руч. Гандыбой, левый приток р. Уров) [32].

В восточной части сектора (*Северное Забайкалье*) заслуживают особого внимания шлиховые ореолы, делювиальные и аллювиальные россыпе-проявления благородных металлов, выявленные недавно в краевых частях Чинейского расслоенного плутона [9]. Последний вмещает комплексные железотитан-ванадиевые и медно-сульфидные руды с платинометаллической и золотосеребряной минерализацией [2, 15]. В шлихах склоновых отложений (дресва, супесь, глинистый материал) обнаружены ассоциации МПП, аналогичные минералам первичных сульфидных руд и руслового аллювия. В аллювии верховьев одного из ручьев на долю сперрилит (PtAs<sub>2</sub>) приходится до 92 % зёрен МПП размером до 0,8 мм. Значительно реже (6%) и только в верховьях встречаются паоловит (Pd<sub>2</sub>Sn) и очень редко (единичные зёрна) — изомертит (Pd<sub>5</sub>AsSb), стибнопалладинит (Pd<sub>5</sub>Sb<sub>3</sub>), другие минералы Pd. Изучение распределения МПП, сплавов Au и Ag показало, что в склоновых отложениях зафиксировано накопление благородных металлов (особенно Pd) в сорбированной форме — среди глинистых образований делювия [43]. В тяжелой фракции шлихов (составляющей 1—2 % веса проб) из делювиальных отложений обнаружены сперрилит (PtAs<sub>2</sub>), Au—Ag сплавы переменной пробы, а также минералы Pd: мертиит II (Pd<sub>8</sub>Sb<sub>3</sub>), садбериит (PdSb), соболевскит (PdBi), майченирит (PdBiTe) и др. Размещению этих минералов в делювии свойственна одна важная особенность: они присутствуют почти исключительно в верхней части склоно-

вой россыпи. Практически полное отсутствие таковых в нижней части последней объясняется их слабой физико-химической устойчивостью в экзогенных условиях [9, 15]. Сперрилит ( $PtAs_2$ ), как преобладающая минеральная форма, обнаружен на всех гипсометрических уровнях склоновых отложений в виде мелких (до 0,2 мм) зёрен, в количествах, достигающих 300—400 единиц и более почти в каждой из отобранных проб. Доказанное предшественниками [4, 9, 12, 15, 40] влияние эндогенных и экзогенных факторов на концентрирование благородных металлов необходимо учитывать при анализе минералого-геохимических данных в других районах распространения платиноносных массивов и сульфидного оруденения.

Из многих районов, где выявлены россыпные месторождения благородных металлов, привлекают внимание те, что расположены в *северном секторе* ЮВР, т. е. Приамурье, Южная Якутия, и конечно, Приохотье.

В Приамурье официально учтено около 1500 россыпей Au [21]. Минералы платиновой группы установлены в 15 % россыпей (рис. 1, табл. 1). В некоторых из них выявлены весовые ( $n \cdot 10 \div n \cdot 100$  мг/м<sup>3</sup>) количества МПГ [22]. Более других известны два платинометалльно-золотых узла: Дамбукинский (ферроплатиносперрилитовый) и Деспко-Гарьский (иридосминовый). В уникально богатом Au Дамбукинском узле россыпи содержат от единичных до нескольких десятков зёрен сперрилита, самородной, железистой платины или Os—Ir—Ru сплавов [19, 22]. Наиболее значительные их количества характерны для бассейнов р. Ульдегит и руч. Маристого, где известны небольшие мафит-ультрамафитовые массивы. Установлен возраст формирования массивов (U—Pb метод по цирконам): Маристого —  $2643 \pm 31$  млн. лет, Ульдегитского —  $228 \pm 1$  млн. лет [1]. Оливинит-вебстерит-габбровый расщепленный массив Маристый, по мнению И.В. Бучко [1], сформировался из пикритовидных расплавов, генерация которых происходила за счёт плавления недеплетированного мантийного перидотита в головной части неорархейского плюма первого поколения. В массиве Ульдегит преобладают габброиды, претерпевшие метаморфизм амфиболитовой фации. По геохимическим характеристикам они близки базитам, сформировавшимся «...под воздействием плюмов» [1, с. 25]. Имеются сведения [20] о существовании на площади узла и раннемеловых штокообразных тел, причисляемых

к джалтинскому габбро-пироксенит-перидотитовому комплексу ( $v\sigma K_1 d$ ).

Коренными источниками МПГ, 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 встреченные здесь проявления сульфидной медно-никелевой минерализации, содержащей сперрилит  $PtAs_2$  и котульскит  $Pd(Te, Bi)$  [21, 22]. Обнаружение в образцах сульфидных медно-никелевых руд безвисмутитового котульскита ( $PdTe$ ) и приведенный выше пример (Чинейский плутон) слабой устойчивости минералов Pd при дезинтеграции сульфидных руд могут интерпретироваться в пользу потенциальной перспективности Дамбукинского узла на выявление промышленных концентраций платиноидов.

Другим широко известным платинометалльно-золотым узлом в *северо-восточном секторе* ЮВР является Гарьский. По геолого-геофизическим данным он находится в краевой части Усть-Депского массива, сложенного не только гидротермально-изменёнными гипербазитами дунит-гарцбургитовой формации (апогарцбургитовые серпентиниты, листовиты, родингиты и др.), но и габброидами, залегающими среди офиолитовых вулканитов (базальты, андезиты, включая коматииты и лампроиты), превращёнными в зелёные сланцы. Содержания платиноидов в зеленокаменно-изменённых ультрамафитах достигают  $0,0n \div 0, n$  г/т [19]. В протолочках бороздовых проб, а также в шлихах из элювия и делювия обнаружены зёрна МПГ в ассоциации с самородным золотом, касситеритом и киноварью. Платинометалльная минерализация узла характеризуется распространённостью сплавов двух систем Os—Ir—Ru—Pt (преобладает) и Pt—Fe. Редко встречаются сульфидные и арсеносульфидные соединения платиноидов. Во многих ручьях, дренирующих офиолиты, выявлены МПГ от единичных знаков до  $10 \div 45$  г/м<sup>3</sup>. В целом число таких минералов в россыпях узла изменяется от 1 до 10 % по отношению к самородному золоту.

Подобные (Ru—Ir—Os и Pt—Fe) типы природных сплавов выявлены и в шлиховых ореолах о. Сахалин, ассоциирующих с метасоматически преобразованными ультрамафит-мафитовыми породами и зонами прожилкования, сульфидизации и скарнирования в них [4].

Таблица 1  
Распределение минералов платиновой группы в россыпях золота Приамурья, по [19, 21]

Число россыпей, в которых выявлены МПГ	Продуктивность россыпей в отношении ЭПГ						
	Низкая	Повышенная, г/т					
		115	47	21		46	
Около 230	Ед. знаки	В шлихе		В чёрном шлихе		В самородном золоте	
		min	max	min	max	min	max
		0,1	112,0	Pt: 0,4—1,0 Pd: 15,0	ЭПГ — 2311, в т.ч. Pd — 220	Pt: 1,0—3,0 Os: 19,0	ЭПГ — 968,0, в т.ч. Pd — 98,0 Os — 84,0

В шлиховом материале многих россыпей Au Алданского рудно-россыпного района присутствуют МПГ [28]. Наиболее распространены сперриллит и Pt—Fe сплавы, реже, но практически повсеместно, встречаются Os и Ir. Собственно платиноносными являются аллювиальные отложения р. Инагли и её притоков [6, 14, 29, 34]. Среди МПГ преобладают сплавы Pt и Fe, образующие ферроплатиновую ассоциацию, в которой на долю изоферроплатины (Pt<sub>3</sub>Fe) и сперрилита (PtAs<sub>2</sub>) приходится соответственно 86 и 14 % тяжелого шлиха. Все другие МПГ встречаются в виде включений в изоферроплатине и сперрилите. Примечательно, что специальное изучение платиноидов россыпи позволило Н.Д. Толстым и А.П. Кривенко [34] выделить среди них два первично-магматических парагенезиса (иридий-изоферроплатиновый и осмий-изоферроплатиновый) и три поздних (наложенных), представленных тиошпинелями: CuIr<sub>2</sub>S<sub>4</sub>+PtS, CuIr<sub>2</sub>S<sub>4</sub>+CuPt<sub>2</sub>S<sub>4</sub>, CuIr<sub>2</sub>S<sub>4</sub>+(Os, Ir), а также сперрилитом с Pd-минерализацией. В сперрилите часто присутствуют включения сульфидов других металлов. При этом сульфиды ЭПГ образуют полный изоморфный ряд: от лаурита (RuS<sub>2</sub>) до эрлихманита (OsS<sub>2</sub>). Инаглинский платиноносный массив характеризуется зональным строением. Его дунитовое ядро окружено позднемезозойскими магматическими образованиями повышенной щелочности алданского комплекса.

Примерно в 700 км к восток—юго-востоку от Инаглинского массива, в приохотской части сектора, эксплуатируются уникальные россыпи рек Кондер, Ургалан и их притоков. Источником россыпей является Кондерский зональный щелочно-ультраосновной массив, окруженный, также как и Инаглинский, позднемезозойскими магматическими образованиями алданского комплекса. Главным минералом россыпей является изоферроплатина (Pt<sub>3</sub>Fe) с примесью иридия, осмия и других ЭПГ. Содержание примесей, в том числе Au, не превышает нескольких процентов [24]. В сростках платины с другими минералами определены хромит, титаномагнетит, оливин, хромдиопсид. Преобладающей минеральной примесью являются хромшпинелиды. Специальные исследования последних и включений в них [31] показали, что особенности распределения РЗЭ, и в частности, обогащение легкими (La, Ce, Pr, Nd) лантаноидами по отношению к тяжелым (Dy, Er, Yb), свидетельствуют о влиянии мантийного плюма на формирование дунитов ядра платиноносного массива, выразившееся в активном участии щелочных ультраосновных водосодержащих высокотемпературных пикритовых расплавов. По данным А.Г. Мочалова [25], перекристаллизация пород габбро-пироксенит-дунитовой ассоциации обусловлена воздействием более поздних образований, в том числе позднемезозойского щелочно-диоритового комплекса. Это подтверждается и фациальной неоднородностью дунитов по составу, зернистости, распределению в них хромшпинелидов, степени раскристаллизованности оливина, сложным зональным строением массива. Последнее

фиксируется сменой эндоконтактовых мелкозернистых дунитов порфирированными средне- и крупнозернистыми (ближе к центру). Возраст формирования оруденения по новейшим прецизионным определениям [39] равен 112±7 млн. лет, что согласуется с представлениями [18] о мезозойском времени становления плутона.

Еще одна крупная россыпь — Академическая выявлена в 125 км к юго-востоку от Кондерской. Она сопряжена с Чадским кольцевым щелочно-ультраосновным массивом. Россыпь является комплексной, платино- и золотоносной. Учётные запасы МПГ почти в девять раз больше, чем золота. Для этого массива, как для Инаглинского и Кондерского, характерно зональное строение и присутствие в обрамлении дунитового ядра позднемезозойских гранитогенных магматических образований [22].

Весьма своеобразная ассоциация склоновых, флювиальных и литоральных россыпей МПГ и Au среди рыхлых элювиально-делювиально-аллювиальных и прибрежно-морских отложений выявлена на о. Феклистова (Шантарский архипелаг) в Охотском море. Здесь на площади одноименного кольцевого массива мафит-ультрамафитовых образований [27] установлены шлиховые ореолы и россыпи МПГ с Au. Примечательно, что обрамление дунитового ядра Феклистовского плутона, как и в случаях Инаглинского, Кондерского и Чадского массивов, представлено монцоитоидными разновидностями диоритов и габбро-диоритов.

Платинометалльно-золотые россыпи в юго-восточном секторе ЮВР сосредоточены в Фадеевском узле (Юго-Западное Приморье). Концентрации МПГ в россыпях узла в отдельных случаях были сопоставимы с уровнем содержания шлихового золота. В гравитационном концентрате некоторых эксплуатационных блоков россыпи р. Фадеевка содержания Pt и Pd достигали 11,2 и 0,1 мас. % соответственно [23, 40].

Позиция Фадеевского узла определяется его положением на восток—северо-восточном фланге Цзилинь-Лаоелинской складчатой системы (ЦЛСС) у границы с Ханкайским супертеррейном. 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. Посткаледонские интрузивы представлены мелкими телами гипербазитов, габбро, диоритов и гранитов поздних фаз внедрения (рис. 2). Узел окружен массивами позднепермских и юрско-раннемиловых гранитоидов пограничного, каменушинского, первомайского и других комплексов [26]. Платиноиды в его россыпях представлены сплавами Pt—Fe и Os—Ir—Ru с преобладающей ролью первых [40]. Доминирующей фазой является изоферроплатина (Pt<sub>3</sub>Fe), а тетраферроплатина (PtFe) редка. Для первой наиболее типичны примеси Rh и Cu с незначительной долей Os и Ir, для второй — Ir и Ni при отсутствии Os и Ru [23]. Зёрна первично-магматических минералов часто окружены ото-

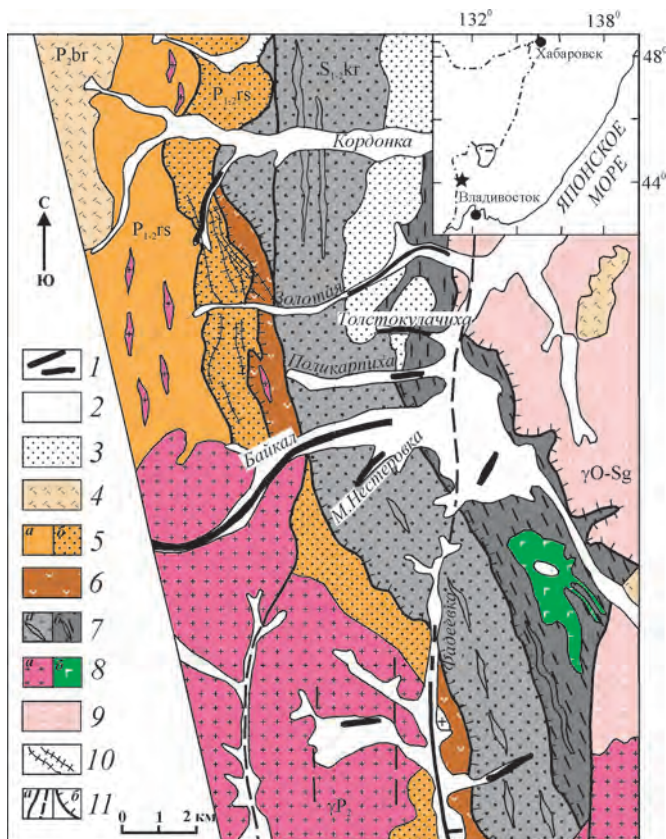


Рис. 2. Схема геологического строения Фадеевского россыпного узла (Юго-Западное Приморье), по [23, 26] с некоторыми изменениями и дополнениями: 1 — платиноидно-золотые россыпи; 2 — четвертичные аллювиальные отложения; 3 — глины, суглинки, галечники ( $N_1$ ); 4 — риолиты, дациты и их туфы, барабашская свита ( $P_{2br}$ ); 5 — алевролиты, аргиллиты, углистые сланцы с прослоями песчаников, кремней, умеренно-кислых вулканитов и линзами конгломератов (а), переслаивание песчаников, алевролитов, аргиллитов с линзами кремней (б), решетниковская свита,  $P_{1-2rs}$  (верхняя (а) и нижняя (б) подсвиты); 6 — вулканогенные отложения, казачкинская свита ( $P_{1kz}$ ); 7 — преимущественно песчаниковые отложения с линзами конгломератов (а), углистые алевролиты с линзами кремнистых пород (б), кордонкинская свита,  $S_{1-2kt}$  (верхняя (а) и нижняя (б) подсвиты); 8 — среднезернистые граниты, рязановский комплекс,  $\gamma P_2$  (а), позднепермские габброиды,  $\nu P_2$  (б); 9 — гранитоиды с протолитами габброидного фундамента, гродековский комплекс ( $\gamma O-Sg$ ); 10 — кварцево-жильные тела; 11 — разломы, в том числе перекрытые рыхлыми отложениями: крутопадающие (а), надвиги и взбросы (б)

рочками золота и разнообразных вторичных МПГ, содержащих S, As, Sb, Cu, Sn, Bi. Эти каймы иногда нарастают одна на другую. По преобладающей роли Pt—Fe сплавов россыпи Фадеевского узла сопоставимы с охарактеризованными выше платинометалльно-золотыми месторождениями, тяготеющими к концентрически зональным габбро-клинопироксенит-дунитовым массивам. Появление комплекса вторичных МПГ связывается с преобразованиями гипербазитов и первичной рудной минерализации при внедрении гранитоидных масс в позднем палеозое и мезозое [23, 26, 40].

МПГ северной группы россыпей Фадеевского узла отличаются от южной как видовым составом первичных и вторичных фаз, так и набором (и количествами) примесных элементов [23]. Среди минералов Os—Ig—Ru ассоциации выделяются самородные осмий, иридий и рутениридосмин. Вторич-

ные минералы этой группы по степени распространенности значительно уступают южным аналогам. Они не образуют коррозионных оболочек на поверхности зёрен первично-магматогенных сплавов Pt—Fe и Os—Ig—Ru, а лишь заполняют трещины и изолированные пустоты в матрице первичных платиноидов. Среди вторичных фаз установлены туламинит  $Pt_2(Cu, Fe)$ , маланит  $CuPt_2S_4$ , куперит PtS и платарсит PtAsS.

Выявленные различия в минералого-геохимических особенностях платиноидов южных и северных россыпей узла обусловлены рядом причин. Главная из них, логично объясняющая такие различия, — воздействие позднепермских и юрско-раннемеловых ( $P_2, J-K_1$ ) магматических образований и их постмагматических производных на орудование южной части узла.

### Обсуждение

Изложенные выше данные свидетельствуют, что россыпи ЮВР по степени представленности в них благородных металлов разделяются на золотые, платинометалльно-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 % учтённого золота россыпепроявления считаются платинометалльно-золотыми. Россыпеобразующие комплексы в регионе обычно представляются офиолитовыми и расслоенными мафит-ультрамафитовыми ассоциациями. В Инагли-Кондер-Феклистовском металлогеническом поясе [38] преимущественно распространены собственно платинометалльные россыпи. Здесь россыпеобразование обусловлено существованием зональных (гетерогенных) щелочно-ультраосновных массивов. Представленные материалы свидетельствуют, что коренные источники промышленно значимых платинометалльно-золотых и платинометалльных россыпей подверглись в мезозое воздействию магматических и постмагматических (гидротермально-метасоматических) производных плюмового магматизма, которые играют рудообразующую роль в возникновении повышенных концентраций ЭПГ в ранее возникших ультрамафит-мафитовых плутонах.

Так, в Дамбукинском узле комплексные россыпепроявления МПГ и Au принадлежат иридисто-платиновому минерально-геохимическому типу [24]. Наиболее ранним из расслоенных интрузивов, обнаруженных на площади узла, является оливинит-вебстерит-габбровый массив Маристый ( $2643 \pm 31$  млн. лет), причисляемый к производным плюмового магматизма I поколения [1]. В непосредственной близости от него находится позднепермский ( $228 \pm 1$  млн лет) [1] габброидный массив Ульдегит, возникновение которого также связано с производными горячего поля мантии. Кроме того, здесь предполагается наличие раннемеловых габбро-пироксенит-перидотитовых штокообразных тел джалтинского комплекса [20].

В Гарьском платинометалльно-золотом узле рутениридосминового минерально-геохимического типа источниками МПГ служили магнезиальные дунит-гарцбургитовые тела, подвергшиеся в мезозое воздействию магматических образований, превративших ультрамафиты и мафиты офиолитовой ассоциации в серпентиниты, скарны, родингиты, листвениты, иные метасоматиты, сопровождающиеся зонами прожилкования и сульфидизации. Примерно такие же процессы, имевшие место в позднем мезозое и палеогене, привели к возникновению шлиховых ореолов ЭПГ на о. Сахалин [4].

В Фадеевском платиноидно-золотом узле присутствие МПГ, как и появление их зональных зёрен, обусловлено воздействием на почти полностью уничтоженный небольшой кольцеобразный массив с дунитовым ядром и верлит-пироксенит-габбровой периферией [40] более поздних гранитоидных интрузий и их гидротермально-метасоматических производных. Это подтверждается присутствием в россыпях касситерита, вольфрамит, молибденита, минералов висмута и др.

Уникальные, крупные и средние по масштабам россыпи иридино-платинового типа (табл. 2), во многом определяющие металлогенический облик северного сектора ЮВР (рис. 1), выявлены вблизи тех зональных (гетерогенных) щелочно-ультраосновных массивов, которые подверглись интенсивным воздействиям позднемезозойских гранитоидных и гидротермально-метасоматических образований. Наложённые магматические и постмагматические (гидротермально-метасоматические) процессы, по мнению многих других исследователей [3, 12, 18, 24, 34] обусловили сегрегирование в ядрах и по периферии массивов ранее возникшей (в хромшпинелидах и титаномагнетитах) акцессорной 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 нескольких грамм на

тонну) в рудных зонах протяженностью от нескольких десятков до нескольких сотен метров.

Особенно убедительно влияние гранитоидных и флюидно-метасоматических образований на концентрирование ЭПГ раскрыл А.Г. Мочалов. Он показал, что в Кондерском массиве у контакта с порфиоровидными разностями мелкозернистые дуниты «... содержат повышенные количества равномерно распределённых МПГ мелкой (0,1—0,25 мм), тонкой (0,05—0,1) и пылевидной (<0,05) фракций, составляя платиновую магматогенную россыпеобразующую парагенетическую ассоциацию» [25, с. 595]. Кроме того, коренные проявления МПГ (преимущественно ферроплатины) установлены им и в других минерально-геохимических разностях пород массива: пироксенитах, косьвитах, щелочных пегматитах, титаномагнетит-биотит-амфибол-клинопироксеновых метасоматитах и сульфидно-малахитовых обособлениях. На этом основании ферроплатина рассматривается А.Г. Мочаловым в качестве главного протоминерала всех синхронных и асинхронных (полигенных) псевдоморфоз МПГ на месторождении. В экзо- и эндоконтактных зонах рекристаллизованных средне-, крупнозернистых дунитов (развитых по более ранним разностям дунитов, в том числе пегматоидным) закартированы хромититы и самородки изоферроплатины, относящиеся к иной — *флюидно-метаморфогенной* — иридино-платиновой россыпеобразующей ассоциации. Такая рекристаллизация произошла под воздействием более поздних интрузивных комплексов. Существование полигенных (асинхронных) псевдоморфоз МПГ подтверждает многократность перераспределения ЭПГ в кольцевых массивах под воздействием более поздних (наложенных) магматических и метасоматических процессов. Именно флюидно-метаморфогенная ассоциация явилась главным поставщиком и самородков платины в россыпи.

Таким образом, наиболее значительные концентрации МПГ в россыпях ЮВР выявлены и разведаны в тех обстановках, где воздействие позднего гранитоидного магматизма было наиболее масштабным не только на периферические части кольцевых массивов, но и на дунитовые ядра (в том числе при внедрении штоков косьвитов, даек нефелиновых сиенитов и др.). Особенно ярко это

Таблица 2

Основные параметры иридино-платиновых россыпей, ассоциирующих с кольцевыми (зональными) щелочно-ультраосновными массивами (северный сектор)

Названия россыпей	Количественная характеристика россыпей					Промышленный масштаб	Источник информации
	Общая длина, км	Ширина, м от—до (средняя)	Мощности песков, м (средняя)	Содержания, г/м <sup>3</sup>			
				МПГ	Au		
Инаглинская	≈5	45—130	0,6—1,6	0,2—2,0	ед. знаки	Крупный	[6]
Кондерская и Ургаланская	Около 60	185—560 (360)	0,7—7,0 (2,4)	0,9—5,0	иногда десятки	Уникальный	[24]
Академическая (Моховая-Чад)	≈6,2	(около 100)	0,4—13,0 (2,7)	1,85	ед. знаки	Средний	[6, 22]
Корифанская (Феклистовская) + бух. Энегельма	1,7+3,0	5—10—100—200 (170)	1,0	До 3,14 (1,35—2,7)	ед. зерна	Средний	[6, 22]

видно на примере Кондерского, а также Инаглинского, Чадского и Феклистовского месторождений. И напротив, россыпи МПГ отсутствуют в тех массивах (Сыбах), где такого воздействия не зафиксировано.

Следовательно, воздействие поздних гранитогенных производных на ранее возникшие потенциально платиноносные массивы послужило причиной интенсификации рудообразующих процессов. Поэтому рудообразующую роль поздних гранитогенных производных платинометалльных рудно-магматических систем необходимо учитывать не только при металлогенических, геолого-поисковых исследованиях, но и районировании региона (рис. 3). В последнем случае обратим внимание на грубую совмещенность границы между северо-западным и северным секторами с фронтальной частью стагнированного слэба [8, 11] и размещение зональных платиноносных массивов над палеотрансформным разломом, ограничивающим слэб с восток-северо-востока [38].

### Заключение

Возникновение условий, благоприятствовавших формированию россыпной платиноносности в регионе, предопределено мафит-ультрамафитовым рудогенерирующим магматизмом нескольких поколений (в протерозое и фанерозое). Им обусловлено возникновение офиолитовых комплексов, расслоенных массивов, подвергшихся воздействию гранитоидных образований, обеспечивших развитие рудообразующих магматогенно- и метаморфогенно-флюидно-метасоматических процессов. Из этого следует, что наиболее благоприятные условия для концентрирования ЭПГ создавались в местах наложения поздних гранитогенных процессов на ранее возникшие расслоенные массивы и офиолитовые комплексы.

Источниками крупных и уникальных россыпей явились зональные щелочно-ультраосновные платиноносные массивы, расположенные конформно северной палеотрансформной границе стагниро-

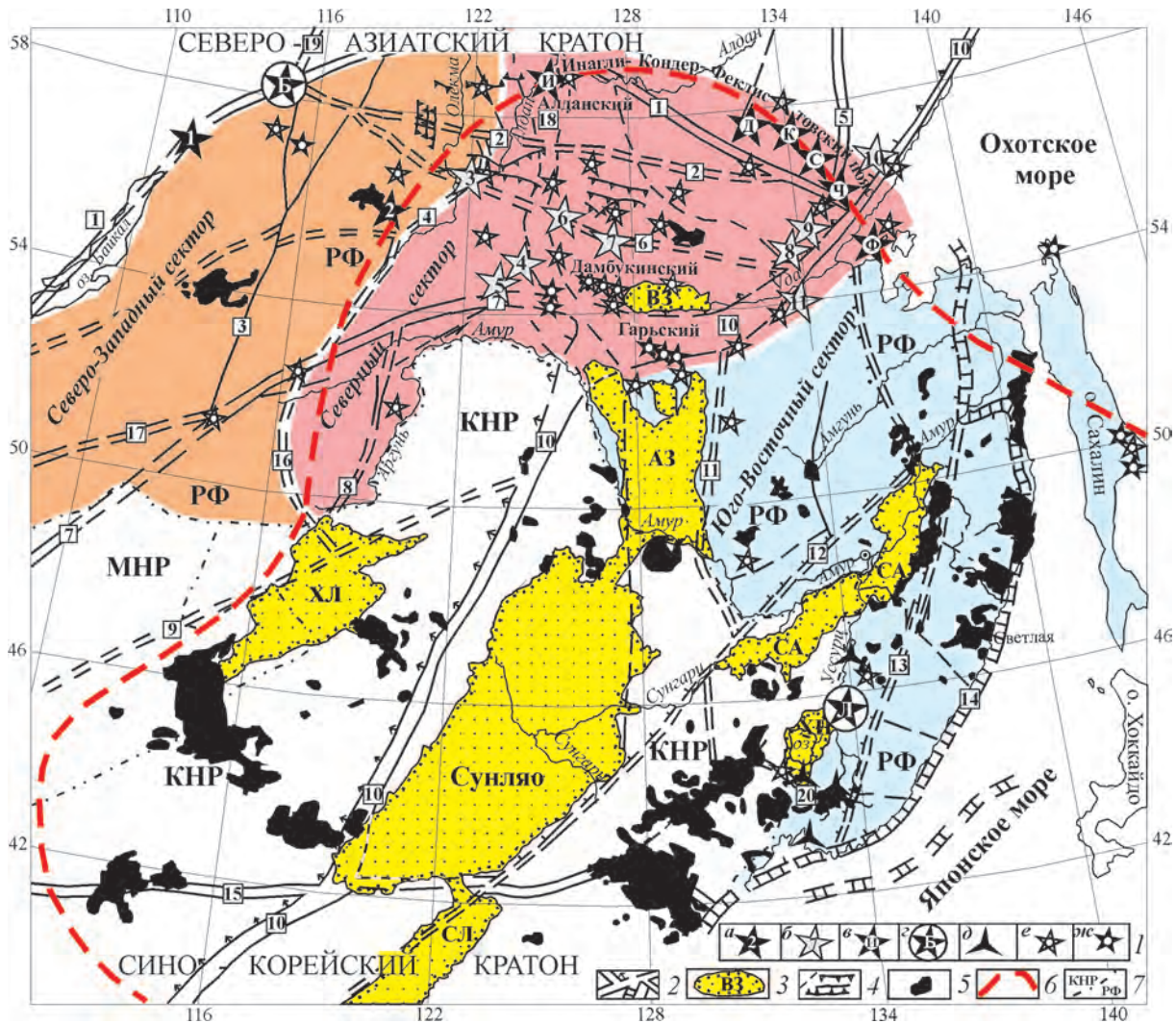


Рис. 3. Схема платинометалльно-минерагенического районирования ЮВР, по [6, 11, 37, 38, 42] с некоторыми изменениями и дополнениями: 1—4 — см. рис. 1; 5 — позднекайнозойские и позднекайнозойские лавовые поля базальтов; 6 — проекция контуров стагнированного океанического слэба (глубина 550 км); 7 — государственные границы; разными цветами показаны секторы ЮВР, характеризуемые в тексте



ванного (по глубине) слэба, существование которого предопределено субдукцией Японского сектора Тихоокеанской плиты [38]. Именно над стагнированным слэбом в северном секторе ЮВР наиболее активно развивались благороднометалльные рудообразующие процессы.

Предполагая, что в местах воздействия производных горячего поля мантии на расслоенные ультра-

трамафит-мафитовые плутоны также могли создаваться благоприятные условия для развития рудообразующих процессов, следует обратить более пристальное внимание к эндо- и экзоконтактовым участкам соприкасающихся докембрийских и позднепалеозой-мезозойских массивов, даже при отсутствии на таких участках промышленно значимых россыпей платиноидов.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Бучко И.В. Этапы ультрамафит-мафитового и габбро-анортозитового магматизма юго-восточного обрамления Северо-Азиатского кратона: автореф. ... докт. геол.-мин. наук. Владивосток, 2010. 47 с.
- Гонгальский Б.И., Кривошук 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., Землянхун В.Н., Емельяненко Е.П., Каретников А.С., Квасов А.И., Лазаренков В.Г., Малич К.Н., Мочалов А.Г., Приходько В.С., Степашко А.А. Геология, петрология и рудоносность Кондерского массива. М.: Наука, 1994. 176 с.
- Данченко В.Я. Геологическое положение и вещественно-генетические типы оруденений редких и благородных металлов в Южно-Охотском регионе Тихоокеанского обрамления. Южно-Сахалинск: Институт морской геологии и геофизики Сахалинского научного центра ДВО РАН, 2003. 227 с.
- Добрецов Н.Л., Борисенко А.С., Изох А.Э., Жмодик С.М. Термохимическая модель пермотриасовых мантийных плюмов Евразии как основа для выявления закономерностей формирования и прогноза медно-никелевых, благородно- и редкометалльных месторождений // Геология и геофизика. 2010. Т. 51. № 9. С. 1159—1187.
- Додин Д.А., Чернышов Н.М., Яцкевич Б.А. Платинометалльные месторождения России. СПб.: Наука, 2000. 755 с.
- Ельянов А.А., Андреев Г.В. Магматизм и металлогения платформенных областей многоэтапной активизации. Новосибирск: Наука, 1991. 168 с.
- Жао Дапенг, 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 // Докл. РАН. 2004. Т. 369. № 5. С. 654—659.
- Зоненшайн Л.П., Кузьмин М.И. Палеогеодинамика. М.: Наука, 1993. 192 с.
- Зорин Ю.А., Турутанов Е.Х., Кожевников В.М., Рассказов С.В., Иванов А.В. О природе кайнозойских верхнемантийных плюмов в Восточной Сибири (Россия) и Центральной Монголии // Геология и геофизика. 2006. Т. 47. № 10. С. 1060—1074.
- 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.
- Конников Э.Г., Игнатович В.И. Платинометалльная минерализация в Забайкалье // Отечественная геология. 1993. № 12. С. 15—19.
- Корчагин А.М. Инаглинский плутон и его полезные ископаемые. М.: Недра, 1996. 157 с.
- Кривенко А.П., Изох А.Э., Толстых Н.Д., Гонгальский Б.И. Устойчивость минералов платины и палладия при разрушении сульфидных руд // Докл. РАН, 1995. Т. 342. № 5. С. 640—643.
- Курский А.Н. Выбор методов аналитического определения металлов платиновой группы в породах и рудах при решении геологических задач // Платина России. Проблемы развития минерально-сырьевой базы платиновых металлов в XXI веке (минералогия, генезис, технология, аналитика). М.: ЗАО «Геоинформмарк», 1999. Т. IV. С. 246—263.
- Лаверов Н.П., Дистлер В.В. Потенциальные ресурсы месторождений платиновых металлов в контексте стратегических национальных интересов России // Геология рудных месторождения. 2003. Т. 45. № 4. С. 291—304.
- Маракушев А.А., Емельяненко Е.П., Некрасов И.Я., Масловский А.А., Залишак Б.Л. Формирование концентрически-зональной структуры Кондерского щелочно-ультраосновного массива // Докл. АН СССР. 1990. Т. 311. № 1. С. 167—170.
- Мельников А.В., Степанов В.А., Мельников В.Д. Платина Амурской области. Благовещенск: АмГУ, 2006. 136 с.
- Мельников А.В., Моисеенко В.Г., Мельников В.Д. Платиноносность базит-гипербазитовых комплексов Дамбукинского рудного района Верхнего Приамурья (Дальний Восток, Россия) // Докл. РАН. 2010. Т. 435. № 5. С. 673—676.
- Мельников В.Д., Мельников А.В., Ковтонюк Г.П. Россыпи золота Амурской области. Благовещенск: Амурский гос. ун-т, 2006. 296 с.
- Моисеенко В.Г., Степанов В.А., Эйриш Л.В., Мельников А.В. 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 // Докл. РАН. 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.
- Мочалов А.Г. Псевдоморфозы минералов платиновой группы щелочно-ультраосновного массива Кондер (Хабаровский край, Россия). Тектоника, магматизм и геодинамика Востока Азии: VII Косыгинские чтения: материалы всероссийской конференции, Хабаровск, 2011. С. 594—597.
- Неволин П.Л., Уткин В.П., Кутуб-Заде Т.К., Кандауров А.Т., Митрохин А.Н. Западное Приморье: геология, геодинамика структурирования и аспекты металлогении // Тихоокеанский рудный пояс: материалы новых исследований. Владивосток: Дальнаука, 2008. С. 278—298.
- Остапчук В.И. О платиноносном массиве Дальнего Востока // Тихоокеанская геология. 1989. № 2. С. 113—119.
- Разин Л.В., Васюков В.С., Избеков Э.Д., Миرونнов Е.П. 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., Кицуд В.И., Разин Л.В., Боришанская С.С. Платина Алданского щита. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 120 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., Тарнавский А.В. Условия формирования Кондерского платиноносного ультраосновного массива (Алданский щит) // Докл. РАН. 2010. Т. 434. № 1. С. 108—111.
- Смирнов С.С. Очерк металлогении Восточного Забайкалья. М.-Л., 1944. 89 с.
- Тектоника, глубинное строение и минералогия Приамурья и сопредельных территорий / Отв. ред. Г.А. Шатков, А.С. Вольский. 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.

35. 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 // Докл. РАН. 2004. Т. 397. № 4. С. 524—529.
36. Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Золотоносные площади и градиентные зоны поля силы тяжести Юго-Восточных районов России // Докл. РАН. 2009. Т. 428. № 3. С. 371—375.
37. Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Северо-Азиатский суперплюм и платиноносность Юго-Востока России // Докл. РАН. 2011. Т. 436. № 3. С. 356—359.
38. Хомич В.Г., Борискина Н.Г. Позиция зональных щелочно-ультраосновных массивов Юго-Востока России в ракурсе данных сейсмофотографии // Докл. РАН. 2012. Т. 446. № 2. С. 191—196.
39. Шуколюков Ю.А., Якубович О.В., Мочалов А.Г., Котов А.Б., Сальникова Е.Б., Яковлева С.З., Корнеев С.И., Гороховский Б.М. Новый изотопный геохронометр для прямого датирования самородных минералов платины ( $^{190}\text{Pt}$ — $^4\text{He}$  метод) // Петрология. 2012. Т. 20. № 6. С. 545—559.
40. Шека С.С., Вржосек А.А., Сапин В.И., Кирюхина Н.И. Преобразования минералов платиновой группы из россыпей Приморья // Минералогический журнал. 1991. Т. 13. № 1. С. 31—40.
41. Ярмолюк В.В., Коваленко В.И., Кузьмин М.И. Северо-Азиатский суперплюм в фанерозое: магматизм и глубинная геодинамика // Геотектоника. 2000. № 5. С. 3—29.
42. Ярмолюк В.В., Кудряшов Е.А., Козловский А.М., Саватенков В.М. Позднекайнозойская вулканическая провинция Центральной и Восточной Азии // Петрология. 2011. Т. 19. № 4. С. 341—362.
43. Tolstykh N.D. PGE mineralization in marginal sulfide ores of the Chinese layered intrusion, Russia // Mineralogy and Petrology. 2008. Vol. 92. P. 283—306.

ДВГИ ДВО РАН 49

(690022, г. Владивосток, пр-т 100 лет Владивостоку, 159;  
e-mail: khomich79@mail.ru)

Рецензент — А.А. Верчеба

УДК 550.8 (470.11)

А.К. НАРАВАС

## БИОЛОКАЦИЯ В ГЕОЛОГИИ: МИФЫ И РЕАЛЬНОСТЬ

Рассмотрена общая хронология развития биолокации. Предложено объяснение эффекта биолокации. Приведены результаты работы по биолокации в Архангельской области.

Ключевые слова: биолокация; рамки; маятник; оператор; геопатогенные зоны.

В 1979 г. в СССР был принят термин «биолокация», а эффект вращения металлической рамки был назван «биолокационным». Этот термин образован от «bio» — жизнь и «loco» — место и обозначает способность человека определять «локализацию» — местонахождение объектов поиска [20]. Лозоходство и радиоэстезия (ощущение излучения) [18], даузеры (указующая рука) в США, как и биолокация, означают по сути одно и то же.

Биолокация в древние времена внешне проявлялась отклонением зажатой в руках оператора индикатора локации, например, в форме вильчатой лозы дерева при перемещении над водоносными зонами. Поэтому такие операторы и назывались «лозоискателями». Древние египтяне пользовались прямым «прутиком», который брали за тонкий конец и, удерживая горизонтально, проходили над тем местом, где искали воду. При нахождении воды прутик по вертикали раскачивался. Сегодня подобным образом используют груз-шарик на конце «струны» в виде так называемого багета-маятника [15].

Термин «биолокация» не имеет никакого отношения к «радиолокации», «эхолокации» и другим «локациям», основанным на излучении зондирующего сигнала и анализе структуры отраженного от объекта сигнала и его времени запаздывания [9]. Указателем-индикатором в современной биолокации служит рамка, находящаяся в руках оператор-

ра. На сегодня наиболее распространены Г-образные рамки (по одной в каждой руке), поскольку считается, что они «обладают» достаточной чувствительностью и более удобны в полевых условиях.

Способность к биолокации можно развить практически каждому систематическими упражнениями — самостоятельно или с оператором-наставником [2, 6, 11]. Биолокационную рамку Г-образной формы изготавливают из металлической проволоки диаметром 3—5 мм. При этом длинная (индикаторная) часть рамки имеет длину 50—75 см, а отогнутая ручка под субпрямым углом — 12—15 см [16]. Установлено, что физическое «усилие лозы» при своем перемещении достигает 0,5 Н. Для более свободного вращения рамки ручку изолируют пластмассой либо деревом. Как биолокатор узнает о природе аномалии? Ему не надо это узнавать, поскольку с помощью рамок он получает только ответ на предварительно поставленный им корректный вопрос, например: есть ли подземная вода?; каково направление потока? и т. п.

Области применения биолокации на сегодня существенно расширены [17]. Так, современное состояние биолокационных методов позволяет с высокой надежностью определять: местоположение подземных водных источников и водопроводов; рудные залежи, разломы земной коры, месторождения нефти и газа; наличие карстовых пустот, природных аномальных энергетических зон и т. д.