

**ИСТОРИКО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО КОНТИНЕНТОВ. Статья 7. ПОЗДНЕАЛЬПИЙСКИЙ (КАЙНОЗОЙСКИЙ) ЭТАП. ЭНДОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ****А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв***Воронежский государственный университет**Поступила в редакцию 1 октября 2012 г.*

**Аннотация.** *Минерагеническая продуктивность кайнозоя неравномерно распределена пространственно и по временным интервалам. В этот этап возникли пояс Си-Мо-порфировых месторождений Чили протяженностью 1,3 тыс. км, многие рудные гиганты: эоценовый Си-порфировый **Бингем** (штат Юта), олигоценовые W-Мо **Клаймакс** (Колорадо), испанский **Альмаден** (40 % мирового производства Hg), четвертичный район **Монте Амиата** в Италии (40 месторождений Hg). В эоцене-плиоцене появились уникальные аккумуляции Be (бертрандит) в туфах **Спор Маунтин**, штат Юта, США, а также железа [1]. В палеоцене и эоцене вдоль южной окраины Ледовитого океана наметилась цепочка «астроблем», вулканогенно-тектонических форм с крупными аккумуляциями лонсдейлита.*

**Ключевые слова:** *историко-минерагенические провинции, кайнозой, палеоген, неоген, квартал, подвижные пояса, эндогенные месторождения.*

**Abstract.** *Mineragenical productivity of Cenozoic is huge and distributed unevenly in space and temporally. In this stage the **Chilean Belt** of Cu-porphyry deposits have been appeared as well as the ore Giants Cu-porphyry **Bingham**, Utah, Oligocene W-Mo **Climax** (Colo), spanish **Almaden** (40 % yield in World production), Quaternary **Monte Amiata** in Italy (40 Hg deposits). In Eocene-Pliocene the unique Be accumulations (bertrandite) have been appeared in tuffs of **Spor Mountain**, Utah. In Paleocene and Eocene the southern (Asian) rim of Arctic ocean along the chain of so called “astroblemes” (volcanic-tectonic objects) are formed, with lonsdaleite large reserves in some cases.*

**Key words:** *historical mineragenical provinces, Paleogene, Quaternary, endogenous deposits*

Кайнозойский этап определил современный орографический облик Земли. Уже к концу неогена сформировались горные системы Альп, Гиндукуша, Гималаев, Кавказа, Карпат, Пиренеев, Индонезии. Горный рельеф появился в еще недавно выровненных областях современных Тянь-Шаня, Тибета, Алтая, Саян, Урала. В пределах нынешнего Северо-Американского континента до эоцена включительно продолжилось становление горных сооружений Кордильер, в то время как воздымание Анд завершилось только в олигоцене. Кайнозой – время мощного рифтообразования, возникновения рифтовых систем Восточной Африки и Байкала. Этот процесс в палеогене пережил две вспышки – в дании-раннем палеоцене и олигоцене. Рифтогенез позднего мела-палеоцена изменил облик континентальных и океанических сегментов *Арктики*. Мощные рифты отделили Гренландию от Северо-Американского континента и Евразии. Большое влияние он оказал на формирование и

выполнение впадин Чукотского, Восточно-Сибирского, Лабрадорского, Баффинова, Гренландского, Норвежского морей. Тогда же сформировался прогиб вдоль нижнего течения р. Миссисипи. В *Европе* Североморская рифтовая система и ее континентальный фланг – Датско-Польский авлакоген, – пережили инверсию. В эту же инверсионную фазу вступили и многие из рифтогенных структур Западной Европы. В *Восточной Азии* в олигоцене, кое-где в конце эоцена, среднепалеогеновая эпоха рифтогенеза ярко проявилась в пределах рифтовых систем Байкальской и Северо-Китайской. Байкальский рифт прослеживается от Станового хребта на северо-востоке до оз. Хубсугул в Монголии на юго-западе. Основное прогибание байкальской котловины произошло в неогене и антропогене, сопровождалось вулканической деятельностью, ныне прекратившейся, и продолжается сейчас, судя по высокой сейсмической активности региона. Некоторые связывают здешние процессы с разуплотнением верхов мантии. В *Восточном Китае* формирование рифтовой системы началось в эоцене. Вся

цепь окраинных морей запада Тихоокеанского кольца, от Сулавеси до Командорской, возникла в эоцене-миоцене.

В Африке в позднем мелу возник рифт Сирта в Ливии. Восточно-Африканская система рифтов, включая грабены Красного и Мертвого морей, возникла в современном виде в олигоцене, но максимум вулканической деятельности пережила в неогене. Мощные процессы дилатансии развивались здесь пульсационно, до четвертичного периода включительно. Миоценовыми предшественниками этих структур видят заложение первичных, пока еще нерифтовых, впадин, щелочной магматизм (миоценовые нефелинитовые лавы массива Рангва рифта Кавирондо, район оз. Виктория). Для Кенийского рифта, например, выделяются [2, с. 238] шесть временных интервалов вулканизма и разрывообразования (млн лет назад): 23-16; 13,5-12; 10-5; 5-2; 2-0,7; 0,7-0. Сам рифтовый ров обозначился лишь в третий и четвертый интервалы. Великие же африканские вулканы Килиманджаоа и Кения начали действовать, вероятней всего, около 4-5 млн лет назад, в среднем плиоцене [2, с. 129].

В Северной Америке в эоцене и миоцене развивались рифты Анд и Кордильер (Большого Бассейна, Рио-Гранде и др.). На Индийской платформе в раннем палеогене продолжились излияния декканских траппов. Поля развития преимущественно толеитовых базальтов с резко подчиненным количеством средних и кислых эффузивов, сопровождаемых щелочными базальтоидами, трахитами, заняли не только нынешнюю континентальную часть Индостана, но и прилегающую акваторию Аравийского моря (мощность дав там максимальна, до 2 км). Как и в Африке, здесь преобладали обстановки растяжения, ведущие к возникновению новых и подновлению старых авлакогенов. Гигантский Камбайский авлакоген меридионального простирания (мощность отложений Kz до 4 км, протяженность около 500 км, ширига 50–120 км) возник в палеоцене. В районе г. Ахмадабада и южных отрогов хребта Аравалли существует площадь пересечения трех рифтов: Камбайского, Нармада-Сан, Бомбейского. Здесь сосредоточены многочисленные тела основных – ультраосновных пород.

Магматическая активность на континентах была весьма значительной, хотя далеко уступавшей по масштабам позднемиоценовой (абсолютный максимум для неогена). Палеогеновые магматиты заняли около 5 млн км<sup>2</sup> суши, в т.ч. на платформах 1,8 млн км<sup>2</sup>, в геосинклинальных областях – около 3 млн км<sup>2</sup>. В позднем мелу эти значения составля-

ли соответственно 22,5 млн км<sup>2</sup>; 10,5 млн км<sup>2</sup>; 12,0 млн км<sup>2</sup>. Вулканизм, в т.ч. щелочно-базальтоидный, представлен в пределах Великих рифтов Восточной Африки и на другом краю планеты, в Восточной Азии. Его многочисленные проявления в Приморье, Корее, Северо-Восточном Китае, Японии, Япономорской котловине лишней раз подчеркнули единство и синхронность планетарного тектонического процесса.

Кайнозойский минерогенез, как эндогенный, так и экзогенный имеет собственные эндемичные черты, нехарактерные для ранних этапов (аккумуляции берtrandита, бирюзы, Fe-Mn конкреции Океана, молибденпорфиры «супергиганты» с более 1 млн т Mo в каждом и многое другое.). Их наличие заставляет задуматься о правомерности безграничного распространения в прошлое метода актуализма, такого привлекательного, понятного, но... крайне коварного.

Эндогенные месторождения кайнозоя хорошо известны в зонах активизации на древних платформах (Sn-REE месторождение **Телертеба** в горном массиве Ахагар, Алжир; кайнозойские карбонаты с тантало-ниобатами в Восточно-Африканских рифтах и т.д.), но более распространены в подвижных поясах Кордильер и Анд, Средиземноморском, западного ограничения Пацифика. В позднеальпийский этап сформировались некоторые аккумуляции редкоземельных-редкометалльных карбонатитов, Cu-Ni, Cr руд, но не они определили его минерогенический облик. Наиболее типичными оказываются гидротермальные месторождения Au и Ag, полиметаллов, Cu-Mo, Sn, Hg. В кайнозойе возникли основные аккумуляции огромных оловянных поясов Боливии-Южного Перу, юго-восточной Азии, Медного пояса Чили. Остается во многом непонятным соотношение скрытого эндогенного и ярко проявленных экзогенных факторов в формировании гигантских миоценовых (?) стратиформных U залежей плато Колорадо – рудных районов **Black Hills**, штат Южная Дакота, впадин **Powder-River, Shirley-Basin**, Вайоминг, **Marysvale**, штат Юта и т.д. С многофазным внедрением эльджуртинских гранитоидов в породы девона и карбона восточной части Пшикиш-Тырныузской шовной зоны связано W-Mo-Pb-Zn месторождение **Тырныуз** (Кабардино-Балкария, бассейн р. Баксан). Ранее об этих гранитах говорили как о послераннеюрских, и только позже [3] возраст уточнили: 2 млн лет, K-Ar, прорывающих эффузивов – 1,8 млн лет. В год Тырныузский горнорудный комбинат добывает 10-12 млн т руды. Обеспечен-

ность производства сырья, по меньшей мере, еще на 10 лет позволили В. И. Старостину и др. в 1999 г. оценить остаточные запасы этого крупнейшего месторождения W Европы в более 120 млн т (средние содержания 0,137 % W, 0,03 % Mo).

Современность – время продолжающегося эндогенного рудогенеза. Горячие источники Камчатки, Новой Зеландии, Калифорнии, Большого Зондского архипелага и ныне отлагают минералы Hg, S, Au-носные сульфиды. Издавна из отложений паро-водяных смесей итальянских сольфатар, фумарол, мофет получали борную кислоту. Высокая ренееносности современных возгонов вулканов Курильских островов [4 др.]. Газы вулкана Кудрявого на о. Итуруп, помимо Pb, Zn, Cu, Ag, Sb, As, Hg, Ba, S, при температуре более 600°C выносят 1-2 г/т Au, 1-5 г/т Re, 1-3 г/т In. В год фумаролы только этого вулкана поставляют на дневную поверхность около 2 тонн Re [5, с. 34, 35]. Можно вспомнить о W-содержащих рассолах и эвапоритах современных озер аридного климата. Два пласта каменной соли мощностью до 50 м в озере Сёрлс, пустыня Мохаве, Калифорния, пропитаны солями с содержанием  $WO_3$  0,008% и общими запасами 170 тыс. т  $WO_3$ . Разработан способ их переработки в концентрат с 44%  $WO_3$  и коэффициентом извлечения 92-98 % [6, с. 268].

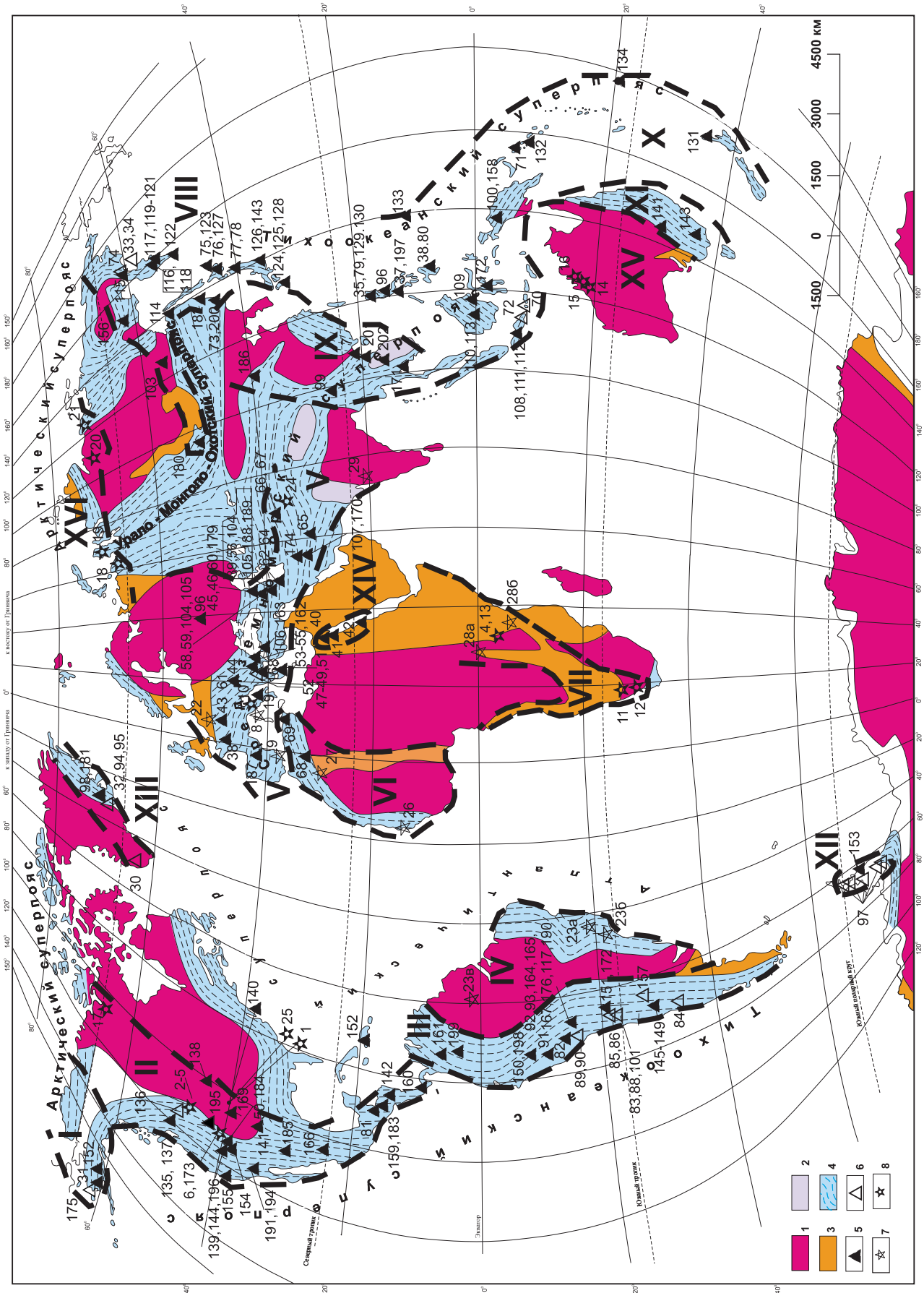
Чрезвычайно заметны концентрация Au (до 1 кг/т), формирующиеся в кальдере вулкана **Axial** подводного тихоокеанского хребта Хуан де Фука [7]. Черные курильщики этого района поставляют в океанические воды гидротермы с температурой 328°, а возникающие рядом илы содержат 1% Cu, 25% Zn. В отмерших баритовых постройках Восточного Рифта обнаружено до 4% Pb, 400 г/т Ag. Отметим, что сам подводный вулкан Axial находится в точке пересечения двух хребтов – Кобб-Эйкльберг и Хуан де Фука. В западной части Тихого океана у архипелага Бонин (Огасавара) молодые гидротермалиты подводного вулкана **Уэнди** содержат 71 г/т Au и 10% Cu. В бассейне **Вудларк**, приуроченному к крупному рифту в районе Соломоновых островов, в гидротермальных трубчатых конусах, опал-баритовых корках на донных базальтах, претерпевших регрессивный метаморфизм-диафорез, обнаружены пираргирит  $Ag_3SbS_3$ , митаргирит  $AgSbS_2$ , галенит, антимонит. В одном из минералов выявлено до 37% Hg [8, с. 149, 150, 185].

Для кайнозойского этапа на континентах Земли выделены 16 историко-минералогических провинций (ИМП), рис. 1: I – Аляскинская, II – Западная

Перилавентийская, III – Андийская, IV – Бразильская, V – Западноевропейско-Иранская, VI – Западная Периафриканская, VII – Восточно-Африканских рифтов, VIII – Амурско-Камчатско-Японская, IX – Восточнокитайско-Малайская, X – Западного Пафифика, XI – Восточно-Австралийская, XII – Антарктического полуострова, XIII – Восточной Гренландии, XIV – Красноморская, XV – Северо-западной Австралии, XVI – Северной периферии Евразии.

**I. Аляскинская ИМП** Наиболее многочисленными кайнозойскими месторождениями ИМП – Au-Ag, источник благородного металла в россыпях. Массив гипербазитов уральского (альяскинского) типа **Гуднюс** (Goodnews) на юго-западе Аляски является источником аллювиальных и приберингово-морских россыпей платины (описываются в разделе 9.2 настоящей главы). Возраст его точно не известен, варьирует в работах разных авторов от герцинского до мелового и третичного. На юго-западе Аляски, пров. Юкон-Коюкук (Yukon-Koyukuk), обнаружено верхнемеловое-палеоценовое магматогенно-гидротермальное месторождение Au-As-сульфидной формации **Донлин Крик** (Donlin Creek [10]). На западе полуострова **Сьюард**, центральная часть хребта Порк, известно единственное разрабатываемое в США Sn-W месторождение. Здесь действует рудник **Лост-Ривер**. Промышленный интерес представляют кварц-топазовые грейзены с касситеритом и вольфрамитом в экзо- и эндоконтактах ларамийских биотитовых гранитов. Возраст гранитов R-Ag методом определен как позднемеловой, но оруденение явно моложе, так как моложе сбросы, его контролирующие. Поэтому допускают как позднемеловой так и третичный возраст руд [11, с. 289-309]. Наконец, отметим **Кварц Крик** (Quartz Creek), олигоценное супергигантское молибденпорфировое, в связи с перальюминиевыми гранитами и риолитовыми порфирами (30 млн лет). Его ресурсы 1,584 млрд т руды с 0,0762% Mo. Всего 1,207 млн т Mo [12, р. 205].

**II. Западная Перилавентийская ИМП.** В эту обширную ИМП попадают кайнозойские месторождения Североамериканских Кордильер и активизированные площади Лаврентийского щита, в т.ч. его северной приокеанической периферии (кимберлитовая субпровинция **Слейв**). Описываемая ИМП, помимо кимберлитов и карбонатитов известна крупнейшими Cu-Mo-порфировыми и Au-Ag аккумуляциями. Промышленные палеогеновые кимберлиты сконцентрированы в алмазо-



**Рис. 1.** Позднеальпийские (кайнозойские, моложе 65 млрд лет) эндогенные месторождения на континентах Земли. С использованием в качестве основы схемы В.Е. Хаина [9, с. 322], модифицированной. Условные обозначения: 1 – древние платформы и крупные срединные массивы с раннедокембрийским фундаментом; 2 – срединные массивы с ранне- или позднедокембрийским фундаментом; 3 – части подвижных поясов неогена, испытывавшие складчатость и консолидацию в конце протерозоя-начале палеозоя; 4 – подвижные пояса, продолжавшие развитие в неогене; 5-8 – эндогенные и экзогенные месторождения и проявления, в т.ч. связанные: 5 – с преимущественно коллизионными процессами – скарновые, гидротермальные; 6 – с процессами дилатансии, преимущественно основным вулканизмом (источники рудных компонентов в верхах мантии и низах коры, руды медно-никелевые, медно-молибденовые порфиоровые и т.д.), 7- 8 – мантийными источниками (7 – карбонатиты, 8 – кимберлиты). Историко-минералогические провинции (ИМП) с наибольшими концентрациями месторождений эндогенных полезных ископаемых (римские цифры на схеме): I – Аляскинская, II – Западная Перилавентийская, III – Андийская, IV – Бразильская, V – Западноевропейско-Иранская, VI – Западная Периафриканская, VII – Восточно-Африканских рифтов, VIII – Амурско-Камчатско-Японская, IX – Восточнокитайско-Малайская, X – Западного Пафифика, XI – Восточно-Австралийская, XII – Антарктического полуострова, XIII – Восточной Гренландии, XIV – Красноморская, XV – Северо-западной Австралии, XVI – Северной периферии Евразии. Позднеальпийские месторождения и проявления, в т.ч. I. Алмазоносные и потенциально алмазоносные кимберлиты, лампроиты, импактиты: 1 – Миддл Парк (Middle Park); 2 – Смоук Бьют (Smoke-Bewt); 3 – Хайвуд Маунтинс (Highwood Mountains); 4 – Игунга (Igunga); 5 – Грассридж (Grassrange); 6 – Мьюн Каньон (Muun Canyon); 7 132 – Пусанкап; 8 – Корсика; 9 – Мурсия, Альмерия; 10 – Кампания, Тоскана, Лацио; 11 – Южная Намибия; 12 – Намакваленд; 13 – Нзеза; 14 – Нункамбах; 15 – Эллендейл; 16 – Калвинярдах; 17 – Слейв, Канада. Кимберлиты; 18-21 – палеогеновые «астроблемы», иногда с лонсдейлитом, в т.ч.: 18 – Карская, 19 – Усть-Карская, 20 – Попигайская, 21 – Беенчима-Саатлинская. II – апатитоносные и другие массивы ультраосновных щелочных пород с карбонатитами: 22 – Кайзерштуль, Делич; 23 – массивы ультраосновных щелочных пород с карбонатитами Бразилии, активизированные в палеогене, в т.ч.: 23а – Баррейру ди Араша, Тапира, 23б – Жакупиранга, 23в – Сейс Лагос; 24 – Ханнешин; 25 – Роки Бой; 26 – Таррафал; 27 – Тамазерт; 28 – карбонатиты Кении, в т.ч.: 28а – Rangwa, Нома Mountain, North Ruti, South Ruti, 28 б – Мрима; 29 – Амба Донгар (Amba Dongar). III – никелевые, медно-никелевые, платинометаллные, в связи с интрузиями базитов-ультрабазитов, офиолитами: 30 – Кекертассуак-Нууссуак (Qeqertarsuaq-Nuussuaq); 31 – Гудньос (Goodnews); 32 – Скаегаард, Кэмп Эдвард Холмс; 33 – Дукукский рудный район; 34 – Шануч. IV – хромитовые: 35-38 – эоценовые Филиппин, в т.ч.: 35 – о. Лусон (Kinamaligan, Naghiao, Sierra Madre), 36 – о. Самар, 37 – о. Палаван, 38 – о. Минданао. V – железорудные, марганцевые: 39 – Раздан, Ахавнадзор, Сваранц, Калакар, Абовянское (Капутан); 40 – Вади Араба (Wadi Araba); 41 – Шарм-эль-Шейх (Sharm ElSheikh); 42 – Шалатеен-Халаиб (Shalateen-Halaib). VI – колчеданные полиметаллические, медные, медно-молибденовые порфиоровые, пиритовые, арсениопиритовые месторождения: 43 – Крут, Роншампе; 44 – Майданпек; 45 – Тандзут; 46 – Чибухли; 47 – Буцим (Bucim); 48 – Алсар (Alsar); 49 – Тораница; 50 – Бингем (Bingham); 51 – Тира (Санторин); 52 – Мирдита; 53 – Маджарово, Галенит-Звездель; 54 – Асарыл, Влайков-Врых, Медет; 55 – Вырли-Бряг, Росен; 56 – Каялу-Гегарчин; 57 – Газма, Гегюшане; 58 – Каджаран; 59 – Агарак, Анкаван, Дастакерт; 60 – Тигранобердское; 61 – Кремница (Kremnica), Банска Штявница (Banská Štiavnica), Банска Ходруша (Banská Hodruša), Злата Бата (Zlatá Bata); 62 – Гулан, Мескане, Сюнгюн; 63 – Озбах-Кух, Антуран; 64 – Аббасабад, Себзевар; 65 – Чеелкуре (Chehelkureh); 66 – Кугитангское; 67 – Базартюбинское; 68 – Бу Арафа (Bu-Arafa); 69 – Бу Грин (Bou Grine); 70 – Бату Хияу (Batu Hijau); 71 – Бугенвиль; 72 – Селогори (Selogiri), Паситан (Pacitan), Мерубетири (Merubetiri); 73 – Дальнегорский (Тетюхе); 74 – Карагинская группа; 75 – Водопадненское, Валентиновское; 76 – Тоёха; 77 – Хокуроку (Hokuroku); 78 – Бабаме (Babame); 79 – Лепанто; 80 – Кинкинг (Kinking); 81 – Падре Антонио (Padre Antonio); 82 – Бьенавентурада (Bienaventurada); 83 – Рефухио (Refugio); 84 – Эль-Теньенте (Браден); 85 – Чукикамата; 86 – Ла Эксотика; 87 – Эль-Сальвадор; 88 – Потрерильос; 89 – Токепала; 90 – Куахоне; 91 – Серро-де-Паско; 92 – Колькечака; 93 – Бернгела; 94 – Фламмефельд; 95 – Мальмбьерг, Меллемпас; 96 – Шкурлатовское; 97 – Антарктический п-в; 98 – Местерсвиг; 99 – Байнючан (Bainiuchang); 100 – Грасберг (Grasberg); 101 – Эскондида (Escondida); 102 – Лаврион (Lavrion, Laurium). VII – золоторудные месторождения: 103 – Маломыр; 104 – Меградзор; 105 – Зодское; 106 – Овачик (Ovacik); 107 – Кухе Доум (Kuhe Dome); 108 – Понгкор (Pongkor); 109 – Келиан; 110 – Муро; 111 – Сиротан (Cirotan); 112 – Сибалинг (Cibaliung); 113 – Таран (Taran); 114 – Многовершинное; 115 – Аметистовое; 116 – Золотое; 117 – Порожистое; 118 – Агинское; 119 – Родниковое; 120 – Мутновское; 121 – Вилючинское; 122 – Рифовое; 123 – Аметистовое, Островное; 124 – Ивасита; 125 – Хашикари; 126 – Ямадо; 127 – Хоккайдо; 128 – Кускино; 129 – Багио; 130 – Нелесбитан; 131 – Хаураки; 132 – Миштри; 133 – Яп; 134 – Эмперор (Тавуа, Ватукаула); 135 – Репаблик (Юрика); 136 – Сильвертон-Теллурид; 137 – Америкэн Туннел, Терри Туннел, Голд Кинг; 138 – Хомстейк (Homestake); 139 – Карлин, Гетчел, Бутстрап, Манхаттен; 140 – Насроп (Nathrop); 141 – Тьерра Коносито; 142 – Эль Лимон (El Limon); 143 – Ивато; 144 – Раунд Маунтин; 145 – Эль Индио (El Indio); 146 – Эль Тамбо (El Tambo); 147 – Эль Гуанако (El Guanaco); 148 – Ла Канделлария; 149 – Лас Пальмас; 150 – Сан-Кристоваль; 151 – Рио Бланко; 152 – Донлин Крик (Donlin Creek);

152 – Пуэбло Вьехо (Pueblo Viejo); 153 – Антарктический п-в; 154 – Голдфилд; 155 – Мазер Лауд (Mother Lode); 156 – Печальное, Ветвистое; 157 – Бахо де Аламбрера (Bajo de la Alumbreira); 158 – Поргера; 159 – Эскобаль (Escobal), Серро Бланко; 160 – Чассоуль (Chassouly); 161 – Грамалоте (Gramalote); 162 – Бая Маре (Baía Mare); 163 – Кисладаг (Kisladag). VIII – существенно серебряные, висмутовые, селеновые: 164 – Потоси; 165 – Оруро; 166 – Лос Пломмосос, Ники, Санта Эвлалия; 167 – Пакахакке. IX – редкометалльные, ассоциирующие с гранитоидами, пегматитовые, скарновые, в связи с иными процессами метасоматоза: 168 – Тречча Стари; 169 – Клаймакс (Climax); 170 – Де Хосейн (Deh Hosein); 171 – Пхукет-Пхангнга; 172 – Алитупу (Alitupu); 173 – Спор Маунтин (Spor Mountain); 174 – Анарак; 175 – Сьюард; 176 – Льяльягуа, Морококала, Уануни; 177 – Фундисьон, Сант Ягильо, Уанокко; 178 – Серро-Гранадас, Серро Пулулос; 179 – Тырныауз; 180 – Улуг-Танзек; 181 – Конг Оскар Фьорд; 182 – Арсеньевское; 183 – Ихтауакан (Ixtahuacan). X – урановые гидротермальные, вулканогенные: 184 – Мерисвэйл (Marysvale); 185 – Нопаль-I (Nopal I), Маргаритас (Margaritas); 186 – Донгшень (Dongsheng). XI – сурьмяные, ртутные, мышьяковые месторождения: 187 – Альмаден; 188 – Сариландж, Советашен, Хосров; 189 – Дарридаг (Джюльфа), Сальварти; 190 – Монте Амиата; 191 – Нью-Индрия; 192 – Сальфур Банк; 193 – Амеди; 194 – Косо; 195 – Бойлинг; 196 – Стимбот Спрингс (Steamboat Springs); 197 – Санто-Лоудес; 198 – Уанкавелика (Хуанкавелика, Huancavelica). XII – драгоценных камней (изумрудов, сапфиров и т. д.): 199 – Колумбийские Изумрудные копи; 200 – Шкотовское плато.

носной субпровинции **Слейв**, национальная территория Нунавут Канады. Эоценовые, олигоценые, миоценовые позднеплиоценовые лампроиты, иногда алмазоносные, известны на юге и юго-западе платформы в штатах Монтана и Юта. В районе район **Лак де Гра**, 148 трубок, 16 с алмазами, работают первые канадские алмазодобывающие рудники **Экати** (Ecati) и **Диавик** (Diavik). На первом суммарное ежегодное производство 4 млн карат. Запасы руды 43,5 млн т, алмазов – 71,83 млн карат, стоимость которых \$6,034 млрд [13]. В США известны лампроиты эоценовые, олигоценые и плиоценовые. Эоценовые лампроиты (силлы, штоки, дайки) открыты в **Хайвуд Маунтинс** (Highwood Mountains), штат Монтана. Их возраст оценен в 50–53 млн лет (K-Ar). Олигоценые лампроиты **Смоук-Бьют** (Smoke-Bewt), Монтана, на протяжении 3 км прорывают цепочкой даек и штоков палеоценовые песчаники и глинистые сланцы. Возраст интрузий – 27 млн лет (K-Ar) [14]. Интереснейший – прежде всего, по самому молодому для лампроитов возрасту внедрения (поздний плиоцен), – район **Лейсит Хиллс** (Leucite Hills), штат Вайоминг. Здесь, на площади до 2500 км<sup>2</sup> обнаружены 22 основных выхода лампроитов, их вулканические конусы высотой до 75 м, образованные потоками, штоками, некками этих пород [14, с. 34]. Тектоническая структура весьма показательна, это краевой прогиб, отчетливо выраженный в рельефе кровли докембрийского фундамента платформы, близ складчатого Тихоокеанского пояса. Возраст интрузий и эффузивов – поздний плиоцен, 1,1±0,4 млн лет (K-Ar, по слюде).

ИМП славится многими кайнозойскими Cu-, Cu-Mo, Mo-порфиrowыми объектами. В ее преде-

лах находятся три из четырех известных на Земле Mo-порфиrowых «супергиганта» в понимании [12, р. 199]: **Клаймакс** (Climax, Колорадо, 2,18 млн т Mo); **Гендерсон-Урад** (Henderson-Urad, Колорадо, 1,243 млн т Mo); 3 – **Маунт Толман** (Mount Tolman, Вашингтон, 1,175 млн т Mo). Интересно, что и четвертый, выше упомянутый супергигант **Кварц Крик** Аляска, 1,207), тоже оказался на территории США! Долгое время подобные объекты были чисто американским (США) феноменом. В местных Кордильерах (Скалистые горы) эксплуатировали сразу 16 Mo-порфиrowых «гигантов» и «супергигантов» типа **Клаймакс**. Ныне эта интеллектуальная монополия поколеблена: в китайских провинциях Шанси (Shaanxi) и Хенан (Henan) открыты новые «супергиганты», о которых мало что известно. В Хенани это **Луанчуань** (Luanchuan), 2,06 млн т Mo, в **Молибденовом поясе Восточная Цинлинь** (East Qinling Mo Belt) – **Нанниху-Сандаожуань** (Nannihu-Sandaozhuang) и **Жиндуичень** (Jinduicheng) «со многими миллионами тонн Mo» [12, р. 199, 200].

Интервал среднего-позднего эоцена в Кордильерах Невады (43–36 млн лет) считают наиболее продуктивным для становления Au-Ag и Sb-Hg аккумуляций типа **Карлин**, связываемых с базальт-андезит-риолитовой ассоциацией [15]. Совместные запасы тонкого золота в Au-As-Hg месторождениях **Карлин**, **Кортес**, **Гетчел**, **Биц** (Carlin, Cortez, Getchell, Betze) оценивают в несколько тысяч тонн. Известны 73 крупных и суперкрупных месторождений, в т.ч. 66 сформировавшихся в фанерозое [16].

В 1959–1960 гг. в 50 милях западней г. Делта, штат Юта было открыто уникальное по масштабам

и генетическим особенностям месторождения бериллия **Спор Маунтин** (Spor-Mountain). В 1969 г. оно начало разрабатываться, обеспечив в 1997–2000 гг. более 70 % мирового производства Be. Запасы берtrandитовых руд составляют 7 млн т, BeO – 50,8 тыс. т, средние содержания Be – 0,72 %. Оруденение (Be, а также Li, F, U, Zn) локализовано в плиоценовых (?) риолитовых туфах [17, с. 24; 11].

**III. Андийская ИМП.** Кайнозойские месторождения Анд представлены мирового класса аккумуляциями Cu-порфиrowыми, Sn, Ag, Au-Ag, изумрудов. Немало объектов с Fe, REE, Se. Помимо раннемеловых, в Чилийском железорудном поясе имеются и миоцен-плиоценовые месторождения Fe [18, с. 190]: **Эль Лако** (El Laco), **Инкауаси** (Incahuasi), **Магнетта Педеналлес** (Magnetta Pedernalis). Все – в Высоких Андах и приурочены к неогеновым вулканическим сооружениям. Месторождение **Эль Лако** (El Laco, ресурсы 0,5 млрд т руды, 60 % Fe) находится на абсолютных отметках 4600–5200 м.

На севере Чили выделяют шесть меридиональных поясов, меднорудные объекты которых формировались в этапы [18, с. 181–185]: 1 – позднегерцинский (298–230 млн лет); 2 – раннеальпийский (раннемеловой, 132–97 млн лет); 3 – позднеальпийский (палеоцен-ранний эоцен, 60–50 млн лет); 4 – позднеальпийский (поздний эоцен-ранний олигоцен, 43–31 млн лет); 5 – позднеальпийский (поздний миоцен-ранний плиоцен, 12–4,3 млн лет). Большинство практически значимых месторождений меднопорфиrowой формации возникли в позднем эоцене-раннем олигоцене (43–31 млн лет) и позднем миоцене-раннем плиоцене. Исключений немного, это: **Дос Амигос** (Dos Amigos, нижний мел), **Ломас Баяс** (Lomas Bayas, палеоцен), **Серро Колорадо** (Cerro Colorado, эоцен), **Спенсе** (Spence, эоцен). По данным [18, с. 195, 196], большое число богатых золотоносных порфиrowых объектов в Высоких Андах находится между широтами 27° и 28°. Среди них: **Рефухио** (Refugio), **Серро Касале** (Cerro Casale), **Марте** (Marte), **Лобо** (Lobo), **Санта Сесилиа** (Santa Cecilia) и др. Совокупные ресурсы их оценивают в 1,3 тыс. т Au. **Рефухио** (Refugio) эксплуатировалось, но закрыто в 2001 г., когда цены на Au пошли вниз. В 1989–1991 гг. разрабатывали **Марте** (Marte), но добыча прекратилась из-за сложностей кучного выщелачивания для местных руд. В Аргентинских Андах разрабатывают эоцен-олигоценное Au-Cu-порфиrowое месторождение **Бахо де ля Алумбрера** (Bajo de la Alumbrera). Запасы по

состоянию на октябрь 2007 г. составляли 384 млн т руды с содержанием 0,45% Cu, 0,48 г/т Au и 0,012% Mo. Ресурсы категорий измеренные+установленные (measured+indicated) оценены в 20 млн т руды с содержанием 0,37% Cu, 0,36 г/т Au [19].

В кайнозойе возникли залежи Оловянного пояса средней и южной Боливии (1 тыс. км длиной, 100 км шириной), Cu руды боливийского пояса **Корокоро**, уникальные месторождения Cu, Ag Центрального Перу. В Центральной и Южной Боливии крупные аккумуляции криптобатолитового и близповерхностного субвулканогенного типов сформировались в миоцене и пространственно связаны со штоками дацитов и риолитов [20, с. 241–254]. Полагают, источником металлов были вулcano-плутонические породы с возрастом 220–180 млн лет [21, с. 176]. Упомянем и некоторые скопления, отличающиеся от остальных. Так, олово-полиметаллические жилы **Колькечака**, особенно **Эмбудо-Гальяфа** (департамент Потоси) содержат минералы Ge аргиродит  $Ag_2OseGeS_2$ , канфильдит  $4Ag_2S \times (Sn,Ge)S_2$ . В Pb-Zn рудах **Беренгела** (департамент Ла-Пас) в миоценовых туффитах 18–11 % Cd на одном из участков. Наконец, в 20 км северо-восточнее Колькечака в 1922 г. была обнаружена уникальная Se-содержащая жила **Пакахак** с гнездами блокита  $(Ni,Co)Se_2$ , клаусталита PbSe, науманнита  $Ag_2Se$  и самородным Se. В залежах рудника **Вирхен де Суруми** содержания Pt 1380 г/т, Pd 70 г/т, до 500 г/т [20, с. 249, 250]. Одно из крупнейших миоценовых гидротермальных Hg месторождений – **Уанкавелика** (Huancavelica) в Центральном Перу (450 км к ЮВ от Лимы). Оно разрабатывается более 450 лет.

В месторождениях **Изумрудных копей** Колумбии в окрестностях пос. **Мусо** (Muzo), **Коскуэс** (Cosquez), **Чивор** (Chivor), деп. Бояка, изумруды находятся в ассоциации с кварцем, альбитом, доломитом, пиритом и редкоземельными карбонатами в кальцитовых жилах, секущих битуминозные известняки мела. Образование их связывают с действием горячих (~400 °C) рассолов, возникших при метаморфизме соленосных толщ. Be, Si, Cr и другие элементы экстрагированы из углеродистых сланцев, поэтому месторождения следует относить к телетермальному типу [22]. Установлено два Rb/Sr возраста, соответствующих образованию изумрудосодержащих пород. Объекты западной зоны **Коскуэс-Мусо** (Cosquez-Muzo) появились 38–32 млн лет назад, восточной, рудник **Чивор** (Chivor), – 65 млн лет назад [23].

**IV. Бразильская ИМП.** Позднеальпийские эндогенные месторождения не характерны для Бразильской платформы кроме таковых в массивах ультраосновных пород с карбонатами, становление которых завершилось на рубеже мела и палеогена (**Тапира**, **Сайс Лагос**, самые поздние радиологические даты около 70 млн лет), в палеогене (**Баррейру де Араша** – 51 млн лет). Формирование ряда из них началось еще в поздней юре (**Баррейру де Араша** – 153 млн лет) или самом начале мела (**Жакупиранга** – 136 млн лет) [20, 21, 24]. Упомянем, однако, что в обобщающей работе бразильских геологов [25] **Сайс Лагос** назван неопротерозойским.

**V. Средиземноморская ИМП.** На площади ИМП в Испании, Италии, французской Корсике обнаружены тела лампроитов. Редкометалльные карбонатиты массива **Кайзерштуль** (Kaiserstuhl), Баден-Вюртемберг, Германия, находятся в приосевой части Рейнского грабена. Содержания  $Nb_2O_5$  оценивают в 0,2%, ресурсы  $Nb_2O_5$  – 1 тыс. т. Отмечена REE, Ti, P минерализация [24]. Массив миоценовый [26]. Карбонатиты формировались в лангианский-бурдигальский века (Langhian, Burdigalian), от конца раннего миоцена до начала среднего миоцена, 14-18 млн лет назад. Кайнозойское бастнезит-флюорит-баритовое оруденение в связи с дайками карбонатитов (ассоциируют с интрузиями третичных фонолитов и трахитов) выявлено в **Кизилчаёрен** (Kizilçayören), Турция. Для массива **Ханнешин**, Афганистан, указана дата 0,5 млн лет [24, с. 451]. По площади он невелик (6,5 км<sup>2</sup>), сложен сиенитами и нефелиновыми сиенитами (15 %), собственно карбонатитами (95 %), поровну кальцитовыми и анкеритовыми. Минерализация представлена баритом (ресурсы около 1 млн т), TR, Fe, U. Ресурсы  $U_3O_8$  – 1 тыс. т [24, с. 455, 458, 462, 537]. В Индии карбонатитовые тела эоцена на северо-западе в штате Гуджарат тяготеют к разлому Норманда-Сон. Карбонатитовый массив **Amba Dongar** прорвал песчаники и известняки верхнемеловой свиты Баг (залегают на гнейсах докембрия), часть базальтов Деккана и перекрыт наиболее поздними базальтовыми покровами. В карбонатитах и флюоритовых породах присутствуют Ta, Nb, фториды REE, галенит, сульфат Ra. Прочие тела карбонатитов **Барваха**, **Чихта-Мондри**, **Нетранг** содержат флюорит, пироклор [27, с. 68–75].

На острове **Эльба** (Elba) в Тосканском архипелаге, 12 км от Апеннин, железные скарновые руды ассоциируют с метаморфитами. Жильные, стратиформные (преобладают), линзообразные магнети-

товые тела разрабатывали этруски, греки, римляне. В 1980 г. остановлены последние рудники **Каламита** (Calamita) и **Джинепро** (Ginero, славился образцами ильваита, эпидота, турмалина, граната).

В Памбак-Зангезурском рудном поясе Армении расположены основные Cu-Mo месторождения Кавказа – **Каджаран**, **Агарак**, **Анкаван**, **Дастакерт**. **Каджаран** на севере Мегринского плутона – крупнейшее. Общие запасы Mo составляют 680 тыс. т, ресурсы – 700 тыс. т, 7,6 % мировых. Средние содержания 0,033 % Mo; руды комплексные, с Re, Te, Se, Bi [28, с. 164–166]. Знаменитое W-Mo-Pb-Zn месторождение **Тырныуз** (Кабардино-Балкария, бассейн р. Баксан) связано с многофазным внедрением эльдзуртинских гранитоидов в породы девона и карбона. По данным K-Ar датирования принимается позднеплиоценовым (2 млн лет), возраст прорывающих эффузивов – 1,8 млн лет [29].

Многие золоторудные месторождения известны в Македонии, Сербии, Боснии и Герцоговине. В Румынии металлогеническая Au-Ag провинция **Апусени** (Metaliferi, South Apuseni) занимает горный хребет во внутренней части Карпатской дуги с меловыми и кайнозойскими Au-Cu-порфиоровыми и эпитегрмальными Au-Ag месторождениями. Общий тоннаж только Au оценивают в 2 тыс. т, по другим оценкам, ~1800 т Au плюс Ag и Te. Как и Рудные горы (Erzgebirge), это область классических геологических исследований восемнадцатого-девятнадцатого веков. Здесь трудились геологи с мировой известностью – фон Котта (von Cotta), Пощепны (Роşерну), зарождались современные геология и металлогения. Месторождения связаны с эпизодами: 1 – мел-эоценовым «бонатитовым», сформировавшим Cu-порфиоровые месторождения региона Банат в Румынии и в Восточной Сербии; 2 – миоцен-плиоценовым с эпитегрмальными Au-Ag и Pb-Zn объектами, а также меднопорфиоровыми на глубине. Провинция объединила пять Au-Ag рудных районов, или полей, из которых все, кроме одного, имеют перспективы на открытие Cu-(Au) аккумуляций. Все они генетически связаны с позднемиоцен-раннеплиоценовыми андезитами и их субвулканическими эквивалентами. Только один гигант **Рося Пойэни** (Rosia Poieni), содержит 4 млн т Cu. Ныне разрабатывают два объекта: **Дева** (Deva) и **Долина Муреш** (Mures Valley). Историческая добыча в провинции – 1260 т Au. Из 40 объектов крупнейшие **Брад** (Brad, Barza) и **Рошия Монтаня** (Rosia Montana, ~501 т Au, 2400 т Ag). На Au-Ag-Te месторождении **Сякьярамб** (Sacaramb)



основные носители Au – минералы Te, – связаны с андезитовым штоком, датированным 14 млн лет [12, с. 113, 133–135]. В кальдере третичного вулкана локализованы месторождения рудного района **Бая-Маре** (47°40'С, 23°34'В). Среди них миоценовые эпиптермальные мало- и умеренносульфидные Pb–Zn–Cu(–Au) жильные, иногда, штокверковые **Илба** (Ilba), **Нистру** (Nistru), **Сасар** (Sasar), **Эрья** (Herja), **Бая Сприе** (Baia Sprie), **Суйор** (Suior), **Кавниц** (Cavnic). Минерализация появилась в два этапа: 11,5–10 млн лет на западе района (**Илба, Нистру, Сасар**) и 9,4–7,9 млн лет на востоке (**Herja, Baia Sprie, Suior, Cavnic**), спустя 0,5–1,5 млн лет после формирования вмещающих пород [12].

Возраст испанских полиметаллических месторождений **Пикос де Эуропа** (Picos de Europa), **Реосин** (Reocin), **Авеклиа** (Aveclia) рудного района **Маэстрат** (Maestrat) – 63 млн лет (U/Pb, кальцит) [30, р. 657]. Свинцово-цинковые месторождения Греции располагаются в районах Атика (**Лаврион**), Македония (**Халкидики-Пантеон**) и южная Фракия (**Кирки**). Миоценовое **Лаврион** – «минералогический рай»: обнаружены 265 минералов (по другим данным, 430 минералов) [31].

**VI. Западная Периафриканская ИМП.** Палеогеновые кимберлиты, иногда алмазоносные, довольно распространены в ЮАР. Все палеоценовые и эоценовые диатремы ЮАР расположены в циркумкратонном складчатом поясе Намакварид. Их возрасты, определенные U–Pb методом по цирконам, таковы (млн лет): трубка **Бокпутс** – 67,9; **Платбакбис** – 66,7; **Брейкфонтейн** – 54,1; **Лушоф** у г. Виктория-Уэст – 67,7; **Мелкфонтейн, Гриквалленд** (циркон из карбонатного туфа) – 63,4. [32]. Миоценовые карбонатиты **Кавалу** на о. Сант-Висенти, республика Кабо Верде, выявлены на площади около 2,5 км<sup>2</sup>. Некоторые тела комплекса Таррафал содержат бастнезит Се [F, CO<sub>3</sub>], отчего залежи обогащены редкими землями (1–3 % TR<sub>2</sub>O<sub>3</sub>), 1–3 % апатита [24, с. 61].

Жилы вкрапленных Mn руд с кварцем и баритом локализованы в толщах метасоматитов среди палеогеновых вулканитов группы Тайен (Taien), Марокко. В Алжире основные месторождения железа среди юрских, меловых, эоценовых пород находятся в Средиземноморской прибрежной зоне, где с запада на восток, известны их группы **Бени Саф** (Beni-Saf), **Заккар** (Zaccar), **Бу Хадир** (Bu-Khadir) и **Оенз** (Oenz), последняя у границы с Тунисом. Среди эоценовых андезитов Кабильской зоны есть и сульфидные объекты. Рудную полосу продолжают к востоку месторождения Туниса –

**Джебель Джерисс** (Jebel Djeriss, крупнейшее), **Джебель Слат** (Jebel Slat), **Джебель Хамаим** (Jebel Khamaim). В Тунисе полиметаллические залежи обычно локализованы в карбонатных породах кампана-маастрихта, однако часть из них обнаружена в триасовых брекчиях, юрских известняках и палеогеновых осадочных толщах [33]. Последнее позволяет считать возраст руд кайнозойским. Очень интересно крупное Pb–Zn **Бу Грин** (Bou Grine) в Северном Тунисе типа долины Миссисипи (Mississippi Valley, или MVT) [34].

**VII. ИМП Восточно-Африканских рифтов.** В Великом рифтовом поясе Восточной Африки на периферии Танзанийского кратона некоторые геологические тела интерпретируются как кайнозойские кимберлиты [32, с. 18]: 1 – вулкан **Лашайне** в Танзании. На основании состава ксенолитов лав его считают поверхностной надстройкой кимберлитовой трубки. Другие видят больше сходства лав с нефелинитами, а не кимберлитами; 2 – вулкан **Игвиси-Хиллс**, к западу от Таборы (Танзания) в центре Танзанийского кратона. Его лавы существенно карбонатные, содержат ксенолиты ультрамафитов и похожи на карбонатный кимберлит силла Бенфонтейн, ЮАР; 3 – карбонатные туфы **Лосорогон**, Кения; 4 – пирокласты с ультраосновными ксенолитами Морото, Уганда. Молодые кимберлитовые трубки поля **Нзегга** (Nzega) находятся юго-западной г. Мвадуи. Всего здесь насчитывают десять диатрем. Возраст кимберлитов **Нзегга** (U–Pb, цирконы) – 53+1 млн лет [32, с. 25]. Кимберлиты диатремы **Центральная** характеризуются убогим содержанием алмазов, трубки **Главная** (52 млн лет) – 0,015 кар./т [24]. В 2005 г. новые кимберлитовые тела **NZ151K1** и **NZ151K2** открыли на удалении 15 км от упомянутых. Их алмазы принадлежат эклогитовому и перидотитовому типам, как и сопровождающие гранаты G3 (эклогитовые) и G10 (высокохромистые, из перидотитов). Среди ильменитов доминируют высокомагнезиальные разновидности с содержаниями 4–15 вес. % MgO. Пикроильмениты трубки **NZ151K2** отличаются повышенными концентрациями Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> между 0,08 и 3,84 вес. %. Тела кайнозойских карбонатитов в ИМП невелики и расположены в кальдерах. Известны [21, с. 58] месторождения **Нб Мрима** (рудообразование было и в юре), **Торор**, **Тороро**, **Напак**, **Калианго**, **Босоту**, **Лолекек**, **Сокколо**, **Рангва**, **Керемаси**, **Чизанья** и др. В современных излияниях карбонатитовых щелочных вулканов есть REE минерализация. В Кении различают 8 кольцевых карбонатитовых комплексов,

породы которых представляют интерес для производства фосфатных удобрений. В рифте Ньяса (Niansa) это **Rangwa, Homa Mountain, North Ruri, South Ruti, Tuige, Sokolo, Tinderet, Londiani**, на юго-востоке – **Jombo** и **Mrima Hills**. К береговому рифту Кения, активно проявившемуся в лейаса и доггере, приурочен крупный (2,2 км x 1,4 км; площадь 2,2 км<sup>2</sup>) карбонатитовый массив **Мрима** (Mrima Hill). Он локализован среди юрских сланцев, алевролитов и песчаников. По одним данным, карбонатиты юрские, по другим – олигоценые, 30 млн лет. Вмещающие породы фенитизированные, аргиллитизированные. Сильно проявлены гипергенные изменения. Минеральный состав сложный. Определены анатаз, апатит, пирохлор, барит, брукит, флоренсит, галенит, горсейксит  $Ba[Al_3(OH)_6(PO_4)(PO_3OH)]$ , гойяцит  $Sr[Al_3(OH)_6(PO_4)(PO_3OH)]$ , гематит, ильменит, лимонит, марказит, ильменит, магнетит, моноцат, перовскит, псиломелан, пирит, пирротин, рутил, сфалерит, циркон. Основная масса сложена амфиболом, биотитом, кальцитом, хлоритом, доломитом, эпидотом, полевым шпатом, каолинитом, мелилитом, флогопитом, кварцем, скаполитом, шпинелью. Ресурсы определены в 49 млн т руды с 0,7 %  $Nb_2O_5$ , 0,61 % редких земель. Остаточные руды (6 млн т) могут содержать 5 %  $TR_2O_3$  и больше, 0,4–0,2 %  $MoO_3$  [35]. Определены также ресурсы 10 млн т  $P_2O_5$  (8 %), 25 млн т барита (30 %) [24].

### VIII. Амурско-Камчатско-Японская ИМП.

Одной из примечательных особенностей является заметное присутствие гипербазитов. В Корякии они преимущественно ларамийские (рубеж мела и палеоцена), в Аяно-Майском районе севера Хабаровского края (**Кондёр**) – среднеюрские-эоценовые (178–50 млн лет), на Филиппинах – эоценовые, в Лахланском поясе восточной Австралии – раннекаменноугольные. Возраст платинометалльно-хромитового оруденения массива **Гальмознан** в Корякии – 350–250 млн лет (Re-Os), притом, что сам массив ларамийский (70–65 млн лет). Молодые гипербазиты **Кондёра**, источник Au и Pt россыпей. В его дунитах (южная, менее эродированная часть) выявлены ленточные залежи хромитов до 4–8 м при мощности до 2 м. Как и в случае с **Гальмознаном**, становление этого тела было длительным [36] и началось 340 млн лет назад, <sup>187</sup>Os-<sup>188</sup>Os. Полагают, ультрабазиты древнее ассоциирующих щелочных пород, и Os изотопная система не претерпела воздействий с момента образования. В Срединном хребте Камчатки с интрузиями базитов-ультрабазитов связаны сульфид-

ные руды Ni и Cu. Наиболее значительны перспективы **Дукукского** и **Шанучского** рудных районов. Даты пород и руд **Дукукского** массива: 31–162 млн лет (K-Ar); 68 млн лет (изохронные Sm-Nd Rb-Sr); 49,8–53 млн лет и 84,3 млн лет (<sup>40</sup>Ar-<sup>39</sup>Ar); 48 + 3 млн лет и 78 + 2 млн лет (U-Pb SHRIMP). Руды месторождения **Шануч** определены как эоценовые [37, с. 49, 50].

Большой интерес из-за высокого качества Pb-Zn руд представляет **Дальнегорский (Тетюхе)** рудный район Приморского края. Скарны с Pb-Zn рудами **Николаевского** месторождения в Дальнегорском рудном поле поздне меловые-раннетретичные, с 1,5–8,7 % Pb, 1,36–10,5 % Zn и 62 г/т Ag [38]. Указывают [39, с. 203–205] и возраст руд – 66–68 млн лет. Над скрытыми рудными телами **Дальнегорского** района обнаруживают контрастные геохимические ореолы. Они привели к открытию залежей месторождения **Садового**.

Приморье и восток Хабаровского края не очень богаты коренными месторождениями Au. Те, что есть, обычно жильные Au-кварцевые, небольшие. **Агние-Афанасьевское, Дяппенское, Оемкунское** разрабатывались, но ныне оставлены. Резервными считают **Албазино, Глинистый, Дыльменское, Сухой, Ягодное**. Продолжают изучать **Амгунское, Аскольдинское**. Главным объектом является палеогеновое **Многовершинное**. Известны также **Белая Гора, Дурминское, Крутое, Салют** [6, с. 343]. Наиболее молодым ( $52 \pm 6$  млн лет, Rb-Sr [40]) на северо-востоке Амурской области является месторождение **Маломыр**. На северо-западном участке содержания Ag до 1315 г/т. Верхний более богатый интервал Ag руд связан с зоной окисления на глубине 10–20 м, до 40 м. Нижний интервал простирается в глубину от 60–70 м [41]. В **Северо-Камчатском** металлогеническом районе (Западно-Камчатский вулканогенный пояс) значительны жильные Au-Ag месторождения типа **Аметистового** (41,1 + 1,1 млн лет, эоцен). Оловорудные с Au и Ag жильные тела месторождений **Айнаветкин, Хрустальное, Резниковское** (неоген, возможно, плиоцен), **Иволга, Спрут** обнаружены в Западно-Камчатском вулканогенном поясе. Жильные Au-Ag и Cu-Pb-Zn месторождения, такие как **Агинское, Бараньевское, Огатинское, Сухариковские Гребни, Туманное, Золотое** распространены в Центральном-Камчатском металлогеническом районе на юге одноименного вулканогенного пояса. В пределах пояса и на о. Карагинский обнаружены также Cu-Mo порфириновые залежи **Карагинской** группы, **Кирганикское, Малахитовое, Туткли-**

**ваем.** Ryohei Takahashi et al. [42] обобщили материалы по минерации Камчатки, используя новые K-Ar даты. Среди исследованных – восемь представительных гидротермальных месторождений: **Аметистовое** ( $41,4 \pm 1,1$  млн лет), **Золотое** ( $17,1 \pm 0,6$  млн лет), **Агинское** ( $6,9 \pm 0,2$  млн лет), **Порожистое** ( $7,4 \pm 0,6$  млн лет), **Вилочинское** ( $5,1 \pm 0,3$  млн лет), **Асачинское** ( $4,7-3,1 \pm 0,2$  млн лет), **Родниковое** ( $1,1-0,9 \pm 0,1$  млн лет) и **Мутновское** ( $1,3-0,7 \pm 0,1$  млн лет).

На о. Кюсю (месторождение **Ивасита**) золотоносность связана с силицифицированием андезитов миоцена-нижнего плиоцена ( $25-4$  млн лет). Сильно окварцеванные миоценовые андезиты месторождения **Ивато** несут Au минерализацию на протяжении  $1,2$  км при бортовом содержании Au  $4$  г/т. В префектурах **Хоккайдо** и **Кусикино** адуляр-кварцевые жилы (тип «гингуши» формации «куроко») обогащены самородными Au и Ag. Месторождение **Тоёха**, Хоккайдо, содержит в среднем  $16\%$  Pb + Zn,  $270$  г/т Ag, а в Zn и полосчатых Zn рудах только  $13\%$  Zn. Запасы руд, в т.ч. пиритовых и Cu, здесь  $4,5$  млн т [8, с. 182, 183].

Месторождения типа «куроко» широко развиты на Японских островах, Курилах и Камчатке. Большинство сформировалось в эпоху максимального миоценового растяжения ( $15$  млн лет назад) в тыловодужных рифтах. Префектура Акита на о. Хонсю известна месторождениями Cu (**Одате**), Pb-Zn и даже добычей нефти. Ее рудный район **Хокуроку** (Hokuroku), полагают [43], одно из лучших мест в мире для исследования связей Zn-Pb-Cu-Au-Ag залежей массивных сульфидов с щелочным вулканизмом. Накопление рудного вещества типа куроко месторождений **Бабаме** (Babame) и **Хикаризава** (Hikarizawa) произошло на глубине  $2$  км или более под морским дном путем разгрузки полезных компонентов, вынесенных флюидом из миоценовых вулкаников [44]. В последние годы в пределах Шкотовского плато обнаружены пять новых проявлений сапфиров и цирконов ювелирного качества, связанных с неогеновым щелочным, обогащенным Al вулканизмом [45, 46].

**IX. Восточнокитайско-Малайская ИМП.** На западе пров. Сычуань ЮЗ Китая, в зоне влияния рифта Паньси открыты карбонатитовые жилы и дайки **Маонюпин** (Maoniuping). Возраст их кайнозойский, отвечает Гималайскому орогенезу. В 1992 г. вместе с месторождением **Вейшан** (Weishan) они обеспечили  $24\%$  всего производства REE Китая. Залежи – бастнезит-барит-карбонатитовые, в связи с сиенитами. Системы жил пегматитов,

карбонатитовых брекчий, штокверковых зон, вкрапленной минерализации прослежены на  $2,6$  км. Рои жил и прожилков имеют длину до  $1$  км при ширине до  $20$  м. В рудах барит, флюорит, эгирин-авгит, бастнезит. Ресурсы определены в  $1,2$  млн т руды с  $2,89\%$  оксидов REE [47, 48]. Возможно, позднемиоценовыми-палеогеновыми (ларамийскими?) являются наиболее поздние яньшаньские граниты, со становлением которых связан недавно открытый полиметаллический с серебром эксгальционно-осадочный гигант **Байнючан** (Bainiuchang), пров. Юньнань. Минерализация прослежена на  $60$  км. (Средняя мощность вскрыши –  $50-697$  м, ширина рудных выходов – более  $1,4$  км, мощность –  $7$  м, среднее содержание Ag –  $100$  г/т, суммарные содержания Zn + Pb –  $6,51\%$ , Sn –  $0,32\%$ . Рудные тела локализованы среди кластических-карбонатных отложений формаций Tianpeng и Longha среднего кембрия над погребенными позднеяньшаньскими гранитами Bainiuchang. Вероятные ресурсы –  $6470$  т Ag,  $1,1$  млн т Pb,  $1,72$  млн т Zn,  $86$  тыс. т Sn [49]. В южном Таиланде месторождения тантала **Пхукет-Пхангнга** (Phuket-Phangnga) связаны с умеренно глиноземистыми сиенит-гранитами, прорывающими осадочную толщу серии Кэнгкрачан. Это часть «Западной оловорудной провинции Оловорудного пояса Юго-Восточной Азии» [50]. Жилы пегматитов и грейзены содержат минералы лития, тантала и ниобия, редкоземельных элементов, олова, вольфрама. Возраст минерализации  $58-41$  млн лет [21, с. 24]. Вулканогенные урановые месторождения кайнозоя известны в юго-восточном Китае, где сосредоточено  $80\%$  ресурсов урановых руд этого типа. Ремобилизованными в кайнозое [51] полагают аккумуляции первично осадочного уранового месторождения **Донгшень** (Dongsheng) в пров. Внутренняя Монголия.

Пояс месторождений сапфиров, рубинов, цирконов ювелирного качества прослежен на  $12$  тысяч километров между Тасманией и российским Приморьем. Доказан плиоценовый ( $1,3-1,2$  млн лет, U-Pb SHRIMP) возраст включений циркона в сапфирах лаосского месторождения **Банхуайсай** (Ban Huai Sai). Местные базальты ранее датировались  $1,74$  млн лет (K-Ar), но [45] получены и более древние даты:  $4,1-3,3$  млн лет (U-Pb SHRIMP),  $4,3-2,4$  млн лет (треки U).

**X. ИМП Западного Пацифика.** Около  $60$  месторождений огнеупорных и металлургических хромитов известны на островах Филиппин. Большинство локализованы в эоценовом офиолитовом комплексе **Самбалес** (Zambales), о. Лусон. U-Pb

конкордантный возраст для двух фракций цирконов из тоналитов блока Акахе (Асоге) – 44,2 (±0,9) [52].

Au-Cu-порфировое **Кинкинг** (Kinking) – на востоке о. Минданао. Площадь рудного поля подстилают песчаники, алевролиты, аргиллиты, сланцы, туфы, покровы андезитов предположительно мела и палеогена, прорванные миоценовыми диоритами, роговообманковыми диоритами, биотит-содержащими порфирами, которые и вмещают сульфидную минерализацию. Более поздние миоцен-плиоценовые дациты и диоритовые порфиры безрудные. Роговообманковые диориты и биотит-содержащие порфиры несут первичную минерализацию. Ее основные рудные минералы – халькопирит и борнит [53]. **Грасберг** (Grasberg) в пров. Ириан-Джая, Индонезия (о. Новая Гвинея) – одно из крупнейших в Мире Au-Cu-порфировых. По возрасту оно кайнозойское, связано с крупным штоком преимущественно монцодиоритов. В пределах скарновой системы Ertsberg-East размах оруденения по вертикали – 700–800 м. В 2003 г. здесь при подземной разведке содержания составляли 0,76 г/т Au, 0,73–2,6 % Cu (интервал глубин 24–737 м). Запасы Au на месторождении 2,5 тыс. т, Cu – 30 млн т. В целом по месторождению содержания Au – 0,88 г/т. Планируется добыча 85–90 т Au и 930–950 тыс. т Cu ежегодно [54; 12].

Третичные вулканы вмещают эпитермальные Au-Ag малосульфидные объекты острова Ява. Для месторождения **Понгкор** (Pongkor) запасы золота определены в 100 т. Третичные Cu-Au залежи **Бату Хияу** (Batu Hijau) на о. Сумбава (Sumbawa) имеют запасы руды 914 млн т с содержаниями 0,53 % Cu и 0,40 г/т Au. Самые значимые в экономическом отношении месторождения Западной Явы – эпитермальные малосульфидные Au-Ag. Среди них выделяются **Сибалиунг** (Cibaliung) в районе купола Уюнг Кулон (Ujung Kulon), **Понгкор** (Pongkor) с куполом Сикиданг (Cikidang), **Сиротан** (Ciotan) с куполом Баях (Bayah,) активным в эоцене-позднем плиоцене. Большинство этих вулканогенных построек – позднемиоценовые-плиоценовые [55]. Третичное Au-Cu месторождение **Пангуна** (Panguna) на о. **Бугенвиль** Соломоновых островов у берегов Новой Гвинеи одно из крупнейших. Здесь подсчитаны запасы руды 480 млн т, с 13,9 т Au и 48,4 т Ag [8]. Главные месторождения Au Филиппин находятся на островах Лусон, Масбате и севере острова Минданао. Гидротермальные Au-Ag-Te руды **Лепанто**, **Антамок**, **Акупен-Аток**, **Итогон**, **Балаток** связаны с поясом вулкаников миоцена.

**Лепанто** считают [56] эпитермальным с чертами порфировых. Ресурсы **Лепанто** (Lepanto) и соседнего **ФСЕ** (FSE) – 550 т Au и 3,6 млн т Cu. В некоторых районах Океании тоже известны кайнозойские гипогенные месторождения Au. Среди третичных пропилитов обнаружены залежи на Соломоновых островах (**Миштри**, 8,5 г/т Au). На островах **Яп** архипелага Палау зоны пропилитизации в базальтах и андезито-базальтах  $P_2^1-N_2^2$  имеют мощность до 2 м и протяженность до 0,5 км. Au (3,7 г/т) сопровождают электрум, полиметаллы, теллуриды. На островах Фиджи известны 23 Au-носных объекта. Au-Ag, с теллуридами, **Эмперор** связано с пропилитами и аргиллизированными прожилками среди андезито-базальтов в кальдере [8, с. 141]. Наиболее важным является постпозднеплиоценовое золоторудное поле **Ватукаула** (Тавуа, Эмперор) на о. Вити Леву, 2,5–3,5 т золота в год.

**XI. Восточно-Австралийская ИМП.** В штате Новый Южный Уэльс разрабатывают россыпи рубинов и сапфиров **Баррингтон Топс** (Barrington Tops). Строение поверхностей ювелирных корундов и циркона из россыпей идентично тем, что наблюдаются на выделениях этих минералов, происходящих из расположенных юго-восточнее диатрем **Глаусистер Ривер** (Gloucester River). На северо-востоке штата обнаружено поле **Ярроуич** (Yarrowitch). Рубины и сапфиры вместе с мегакристами цирконов и шпинели наблюдаются в пирокластике, древних и современных речных толщах среди щелочных базальтов (59–46 млн лет) на площади более 100 км<sup>2</sup>. Аллювиальные рубины и сапфиры района **Веллингтон** (Wellington) выглядят иначе. На северо-востоке о. Тасмания ведется эксплуатация аллювиальных россыпей сапфиров площади **Уэлдбарэ** (Weldborough). Камни в аллювий попадают из щелочных базальтов с датами 47–46 млн лет. Сапфиры, цирконы, шпинели происходят из мантийных и коровых ксенолитов, рассеянных в основных лавах. Мегакристы циркона месторождения **Ярроуич** (Yarrowitch) датированы (U-Pb SHRIMP) – 66–60 млн лет. По трекам урана получены даты: 62 млн лет; 55 млн лет; 40 млн лет; 3 млн лет. Их разброс объясняют так: на глубине сформировался магматический резервуар, который в указанные интервалы поставлял на поверхность часть вулкаников. Цирконы **Глаусистер Ривер** (Gloucester River) указывают на вулканические события у рубежей 62 млн лет, 39 млн лет; 4 млн лет (треки U). Для цирконов тасманийского месторождения **Уэлдбарэ** (Weld-

borough) получена эоценовая дата – 47 млн лет (U-Pb SHRIMP), отметившая эпизод вулканизма и связанный с ним перезапуск U-Pb часов. Драгоценные разновидности корунда на площади **Тумбарумба** (Tumbarumba), юг Нового Южного Уэльса, имеют разное происхождение. В метасоматитах они кристаллизовались в раннем девоне, около 400 млн лет назад, в магматитах – 23 млн лет назад, одновременно со щелочными базальтами (U-Pb SHRIMP). В пределах поля **Ярроуич** (Yarrowitch) обнаружены метаморфогенные гвоздично-красные рубины, магматогенные сине-желто-зеленые сапфиры и отличные от них голубые сапфиры из полевошпатовых туфов. Для сапфиров **Уэлдбарэ** (Weldborough, о. Тасмания) известны определения  $\delta^{18}\text{O} = +4.4 - +6.3\text{‰}$ , признак изотопного равновесия с породами мантии. Сапфиры поля **Ярроуич** (Yarrowitch) в Новом Южном Уэльсе имеют эти показатели, варьирующие от  $+5.3\text{‰}$  до  $+5.4\text{‰}$ , рубины –  $+3.6 - +3.9\text{‰}$ . Исследования включений в сапфирах **Уэлдбарэ** (Weldborough, о. Тасмания) выявили, что они были захвачены при P не ниже 4,5 кбар и T 1000–1200 °C [45, 57].

#### **XII. ИМП Антарктического полуострова.**

Ильменит-магнетитовая минерализация развита в породах расслоенного габбро-анортозитового комплекса Аргентинских островов близ украинской НИС “Академик Вернадский” (о. Анограмм) [58, с. 11–13]. Рудоносность этого типа отмечена в аналогичных породах островов Берселот, Крулс и на мысе Туксен. Габбро о. Анаграмм содержат магнетита до 30 % в зонах мощностью до 2 м протяженностью до 2 км. На о. Питерман (15 км к СВ) залежи ассоциируют с горизонтами средне-крупнозернистых габбро. Содержания ильменита и магнетита до 20 % наблюдались в трех прослоях среди анортозитов и мелкозернистых габбро. На мысе Туксен среднезернистые габбро минерализованы меньше – не более 10–20 % рудных. Здесь установлено тело гигантозернистых меланогаббро-пегматитов, в которых рудных до 40 %. Магматиты относятся к андскому комплексу (поздний триас-эоцен) нормальной известково-щелочной серии.

**XIII. ИМП Восточной Гренландии.** Кайнозойские эндогенные месторождения концентрируются на востоке острова, где распространены третичные вулканиды. В поле развития третичных вулканидов выявлены Au-PGE малосульфидные **Скаергаард** и **Кэмп Эдвард Холмс**. Оба объекта ассоциируют с расслоенными интрузиями габброидов. В разрезе габброидов **Скаергаард** в верхней части Ti-носной средней зоны, до 1,2 км обнару-

жено более десяти металлоносных слоев-риффов в пачке мощностью 10–70 м. В них до 5,6 г/т Au, 1,5 г/т Pt, 3,5 г/т Pd [13, с. 47, 154, 155]. Возраст габброидов **Скаергаард** – 54 млн лет, **Кэп Эдвард Хольм** – 50 млн лет [59, с. 41–43]. Cu-Мо-порфиры **Мальмбьерг** (Malmbjerg) и **Меллемпас** ассоциируют с щелочными гранитами (25,7 млн лет,  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ , биотит) штока Malmbjerg, образованного сиенитами (30 млн лет,  $^{40}\text{Ar}-^{39}\text{Ar}$ ), гранитами, порфирами. Молибденит – 25,8 млн лет, Re-Os.  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ . В этом же районе Мо-порфировое **Фламмефельд** (Flammefield) связано с массивом Кангерлуссуак (кварцевые сиениты, сиениты, нефелиновые сиениты) [60]. Рудоносные граниты и гранит-порфиры наиболее поздние, датированы 40 млн лет, сам комплекс Фламмефельд считают одновозрастным габброидам Скаергаард (54 млн лет) и Кэп Эдвард Хольм (50 млн лет) [61, 59]. Возраст оруденения **Фламмефельд** –  $39,7 \pm 0,2$ , Os-Ir [59, с. 41–43; 60]. **Мальмбьерг**, **Меллемпас**, неогеновый Pb-Zn объект **Местерсви́г** (Mestersvig, был в разработке в 1956–1963 гг.) входят в рудный район **Конг Оскар Фьорд** (Kong Oscars Fjord). Запасы Мо – 150 тыс. т [13, с. 47].

**XIV. Красноморская ИМП.** В Красноморской впадине **Атлантис-II** (6 × 15 км) в условиях продолжающейся гидротермальной деятельности разрезы металлоносных осадков похожи на те, что наблюдаются в пределах полей распространения древних колчеданов на континентах Земли: внизу обломочно-оксидно-пиритовая зона, затем (последовательно) нижняя сульфидная, центральная оксидная, верхняя сульфидная, поверхностная аморфно-силикатная. Здесь распространены сфалерит, более редкие пирит, халькопирит, кубанит, барит. Встречаются самородные Al, Fe, Pb. По данным [39, с. 178–183], накопление металлоносных осадков 25–100 м мощностью произошло за 25 тыс. лет. Во впадине сконцентрированы ресурсы (в скобках содержания в верхнем горизонте, %): Zn – 1,7 млн т (3,4 %), Cu – 0,7 млн т (1,3 %), Pb – 30 тыс. т (0,1 %), Au – 21 т, Ag – 2100 т. Вдоль красноморского побережья (25°45'–25° 50' С) в третичных рифовых известняках распространены Ва-Pb залежи. Минерализация тяготеет к краевым частям покровов базальтов и разрывам СВ простирания. На северо-западе Египта в **Вади Араба** (Wadi Araba) встречены выходы Fe-Mn. Сходно с ними Fe-Mn месторождение **Ум Богма** (Um Bogma), залежи которого тесно сопряжены с разрывами, созданными красноморским рифтогенезом. Mn проявление **Шарм-эль-Шейх** (Sharm ElSheikh) – в олигоценых

кластитах приразломной зоны. Руды содержат вкрапленность барита. На юге плато **Эш Эль Меллаа** (Esh El Mellaha) в четырех проявлениях обнаружена Ba-Fe-Mn минерализация. Она подчиняется структурному контролю, тяготея к трещинам. Жилоподобное баритовое тело (26,4 % BaO) обнаружено в приконтактной части основного разрыва. В **Шалатеен-Халаиб** (Shalateen-Halaib) обнаружены 24 жилы с минералами Mn и четыре баритовых, большинство в миоценовых карбонатах, некоторые – в гранитах  $PR_3$ . Проявления тяготеют к флангам разлома (протяженность 70 км) СЗ ориентации. Жилы барита срезают другие подобные образования с выделениями галенита, аргентита, в свою очередь, локализованные среди покровов трахибазальтов и перекрывающих миоценовых осадков. Проявления U-носной Pb-Zn, с Ba, Fe-Mn минерализации выполняют каверны, замещают осадочные породы, образуют вкрапленность и выполнение пустот в разломных зонах, заполняют элементы ячеистой текстуры осадочных пород и дробленых гранитоидов. М. М. Hassaan [33] связал образование полиметаллических залежей с миоценовым-современным красноморским рифтообразованием.

**XV. ИМП Северо-западной Австралии.** В субпровинции Западного Кимберли тела лампроитов миоцена образуют поля **Нункамбах** (24 трубки и дайки), **Эллендейл** (48 тел), **Калвиньярдах** (около 10 тел). Распространены они в пределах подвижной зоны Кинг Леопольд и грабена Фицрой с мощностью осадков фанерозоя до 8 км. Лампроиты **Нункамбах** (30 тел, возраст 18–20 млн лет) сформировались позже пород **Эллендейл** (20–22 млн лет), но все даты укладываются в рамки раннего миоцена. Они представлены трубками **Волжиди Хиллс** (диаметр около 3 км), **Маунт Аббот**, **Маунт Гита**, **Маунт Норин**, **Маунт Седрик**. Содержания оливина составляет от < 3 до 20 %, обычны флогопит, лейцит, К-рихтерит. Среди аксессуаров известны титанаты, силикаты (прайдерит  $(K,Ba)(Ti,Fe)_8O_{16}$ , щербаковит  $KNaBaTi_2[Si_2O_7]_2$ , джеппит  $(K,Ba)_2(Ti,Fe)_6O_{13}$ , вадеит  $K_2Zr[Si_3O_9]$ ), шпинелиды. Встречены ксенокристы пород фундамента (кианит, альмандин, ставролит) и мантийных (алмаз, хромдиопсид, пироп, магнезиальный хромит), нодулы лерцолита и гарцбургита, ксенолиты корового происхождения. Поле **Эллендейл** занимает площадь примерно  $40 \times 50$  км. Три четверти тел имеют размер менее 10 га (жерловое тело **Эллендейл-38** – 0,4 га), но **Эллендейл-6** занимает 106 га. Овальная в плане диатрема **Маунт Норт** ( $0,5 \times 0,25$  км) окружена

силлами лампроитов мощностью 1–4 м. Алмазы содержат примерно поровну включения эклогитовые и перидотитовые. В гранатах CaO до 10 %,  $0,2\%$   $Na_2O$  (до 0,5 %). Это намного меньше, чем у гранатов рифейской лампроитовой трубки **Аргайл** соседнего поля Восточный Кимберли. В поле **Калвиньярдах** входит крупная одноименная диатрема площадью 124 га ( $1,5 \times 1,2$  км). Следующая по размерам – **Лейманс Боур Ист** ( $1,3 \times 1,0$  км). Прочие тела лампроитовых пирокластов значительно меньшие, от 2–3 до 16 га [62; 14, с. 28–31; 24, с. 66, 67].

**XVI. ИМП Северной периферии Евразии.** Кайнозойская тектоническая активизация и ее минерагенические последствия были обобщены в докторской диссертации А.Н. Евдокимова [63], в которой справедливо обращено внимание на прослеживаемую вдоль южной периферии Ледовитого океана редкую цепь палеогеновых алмазоносных (лонсдейлит) очаговых вулканотектонических структур (ОВТС) – Карская, Усть-Карская), Попигайская, Беенчима-Салаатинская. Заметим, что их, помимо тяготения к условному разделу Континент-Океан, объединяют и прочие черты: 1 – положение на границах крупнейших блоков, положительных (Пай-Хойский антиклинорий, Анабарский щит) и активных отрицательных (авлакогены Колво-Денисовской системы Баренцовой плиты, Муно-Оленекский прогиб); 2 – особые, довольно узкие, временные интервалы возникновения, в течение которых на платформах Земли происходило формирование в т.ч. и классических алмазоносных кимберлитов (рубеж позднего мела и палеоцена, эоцен). Так, возраст тагамитов и стекол Карского объекта (48–65 млн лет, K-Ag, по [64, с. 110] весьма обычен для промышленно алмазоносных диатрем провинции Слейв, находящейся с «противоположной» стороны Ледовитого океана (диатремы Панда, Су, Мизери, Коала и др.). С ними перекликается и наиболее активный интервал становления многостадийной Попигайской структуры – 38,9 млн лет, K-Ag по стеклам, тагамитам, треки U по стеклам [64, с. 130; 65] и т.д. Факт синхронности становления ОВТС и тел классических кимберлитов очень интересен. Он свидетельствует об определяющей роли однотипных тектонических обстановок планетарного ранга в эти временные интервалы, а точнее – в эпохи преобладающей дилатансии. И, наоборот, в противостоящие эпохи общего сжатия, когда кимберлитообразования нет, не возникают и ОВТС. Проявления молодого довольно глубинного вулканизма прослеживаются восточней линии «Карская-Попигай» на Чукотку: вулканы Анюйс-

кий, Алучинско-Бургахчанской группы, все в Библинском районе, Чаплинские высокотемпературные, +80–87 °С, ключи Провиденского района. Остается дискуссионной геологическая природа практически не изученной впадины оз. Эльгыгыт-гын на севере Анадырского района (граница с Чаунским), по некоторым признакам (структурная позиция, размеры) из того же ряда.

### Выводы

Эндогенное рудообразование в кайнозое очень значительно и вполне адекватно колоссальным масштабам позднеальпийского магматизма. Однако, во всяком случае, для глубин, доступных геологам, оно кажется временем формирования месторождений с преимущественно коровыми источниками рудного вещества таких элементов как Mn, Mo, Cu. В самом деле, экономически значимые *кайнозойские* аккумуляции каждого из трех последних превышают половину совокупных ресурсов, образовавшихся за миллиарды лет истории Земли. Для Pb и Zn вклад кайнозойского этапа тоже весьма достойный – около трети совокупных ресурсов.

Что же досталось в кайнозое земной приповерхностной оболочке от наиболее глубинных мантийных металлоносных резервуаров? Прежде всего, высокоподвижная ртуть – 95 % запасов металла (!) концентрируется в кайнозойских аккумуляциях. И это не всё. По данным [24], 36 % из примерно 300 учтенных ими массивов глубинных пород-карбонатитов, – альпийские. Площади кайнозойских массивов, занятых ультращелочными породами с карбонатитами, выше обычных для неогена, хотя далеко не дотягивают до абсолютных гигантов прошлого – позднедевонских **Хибинских тундр** (1370 км<sup>2</sup>), **Гулинского** (2 тыс. км<sup>2</sup>, 370 млн лет [63]), рифейских **Игалико** (450 км<sup>2</sup>) и **Моцфельд** (350 км<sup>2</sup>) Гренландии. Впрочем, есть исключение и для кайнозойских объектов – крупный восточнобразильский массив **Итатная** (330 км<sup>2</sup>, 67 млн лет).

Но что же кимберлиты и лампроиты кайнозоя? Неалмазные их тела известны в Африке и на севере Якутии. Все палеоценовые диатремы ЮАР расположены в циркумкратном складчатом поясе Намакварид. Однако в австралийской субпровинции **Западного Кимберли** лампроиты миоцена имеют субпромышленные содержания драгоценного минерала и будут вовлечены в производство. В Канаде самые молодые палеоценовые и эоценовые объекты субпровинции **Слэйв** уже в работе –

**Панда, Лесли, Фокс, Коала, Сейбл** и многие другие диатремы уже произвели первые тысячи каратов. Если о кайнозойских кимберлитах мы знаем немного, и они мало известны в подвижных поясах, то выходы лампроитов прослеживают во многих районах северо-американских Кордильер, Западной Европы и юго-восточной Азии. Намечаются три временных интервала кайнозоя с особой глубиной активностью недр, ранняя (субларамийская), средняя (эоценовая) и поздняя (неогеновая).

Кайнозойские тектонические структуры относительно слабо эродированы. Вынужденным по обстоятельствам исследовать приповерхностный уровень тектоносферы, наблюдая в нем тысячи малоглубинных эпитегральных месторождений, нам стоит учитывать это обстоятельство при характеристике кайнозойском минералогии. А.В. Ткачев [64, с. 89] полагает кайнозой “доминирующим (47,8%) во всей металлогении серебра”. Примерами являются серебрянорудные месторождения Мексики, возникшие в эоцене-олигоцене, гондурасское **Эль Росарио** (El Rosario), греческое Ag-Pb-Zn **Лаврион** (Lavrion). Однако, скорее, это связано с лучшей сохранностью кайнозойских гидротермальных систем, приуроченностью Au-Ag объектов к верхним их частям. Оттого в подвижных поясах практические геологи рассматривают эпитегральные Au-Ag залежи как важный поисковый признак на глубинные порфириновые руды. В настоящей статье мы затронули этот вопрос при характеристике румынского района **Апусени**.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Дымкин А. М. Эволюция накопления природных соединений семейства железа / А. М. Дымкин, В. М. Чайка. – М. : Наука, 1992. – 256 с.
2. Белоусов В. В. Восточно-Африканская система рифтов / В. В. Белоусов, В. И. Герасимовский, А. В. Горячев и др. – М. : Наука, 1974. – 204 с.
3. Колесников Е. М. Новые результаты K-Ar датирования Эльджуртинских гранитов из рудного поля Тырнауз / Е. М. Колесников, Р. Н. Соболев, О. В. Кононов и др. // Изотопное датирование эндогенных рудных формаций. – Киев, 1990. – С. 23–25.
4. Данченко В. Я. Рений в рудах Курильских островов / В. Я. Данченко // Стратегия использования и развития минерально-сырьевой базы редких металлов России в XXI веке. Тез докл. Межд. Симпозиума, 5–9 октября 1998. – М. : ВИМС МПР, 1998. – С. 182–183.
5. Патык-Кара Н. Г. Россыпные месторождения России и других стран СНГ / Н. Г. Патык-Кара, Б. И. Беневольский, Л. З. Быховский и др. / отв. ред. Н. П. Ла-

- веров, Н. Г. Патык-Кара. – М. : Научная мысль. – 1997. – 479 с.
6. Недра России. Т. 1. Полезные ископаемые / гл. ред. Н. В. Межеловский, А. А. Смыслов. – СПб.–М., 2001. – 547 с.
7. *Jonasson I. R.* Massive-sulfide deposits of Axial seamount, Juan de Fuca ridge / I. R. Jonasson, J. M. Franklin, M. D. Hahngnigton // 8-th LAGOD Symp. In conjunction with Int. Conf. Miner. Deposits model, Ottawa, August 12–18, 1990. – Program with abstracts. – Ottawa, 1990. – P. 62.
8. *Беневольский Б. И.* Рудные ресурсы и их размещение по геозомам. Благородные металлы (МПП, золото, серебро) : справочное пособие / Б. И. Беневольский [и др.]; под ред. Д. В. Рундквиста. – М.: Недра, 1995. – 223 с.
9. Геосинклиальный пояс / [В.Е. Хаин, М.В. Муратов] // БСЭ : в 31 т. – 3-е изд. –М., 1971. – Т. 6. – С. 322.
10. *Goldfarb Richard J.* The Late cretaceous Donlin Creek Gold Deposit, Southwestern Alaska: Controls on Episodal Ore formation / Richard J. Goldfarb, Roberto Augusto, Marti L. Miller // *Econ. Geology*, 2004. – VI–VII. – V. 99. – №4. – P. 643–673.
11. Рудные месторождения США : в 2 т. – М. : Мир, 1973. – Т. 2. – 636 с.
12. *Laznicka P.* Giant Metallic Deposits and Future Sources of Industrial Metals / Peter Laznicka. – Springer-Verlag. – 2006. – 735 p.
13. *Додин Д. А.* Минералогия Арктики / Д. А. Додин. – СПб. : Наука, 2008. – 292 с.
14. Лампроиты / науч. ред. С.А. Богатиков. – М. : 1991. – 380 с.
15. *Radtke A. S.* Geology of Carlin Gold Deposit, Nevada / A. S. Radtke. – US Geol. Surv. Profess. Pap. – 1985. – № 1267. – 124 p.
16. *Romanyuk Tatiana.* Analisis of a database of large and super-large mineral deposits: correlations between compact groups of late cretaceous and Cenozoic deposits and geodynamics of the western part of North America / Tatiana Romanyuk, Andrey Tkachev // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – DC. – File 272.
17. *Куприянова И. И.* Бериллиевые руды России: минерально-сырьевая база, технологические и экологические проблем / И. И. Куприянова [и др.] // Минеральное сырьё. Сер. Геолого-экономическая. – 2005. – № 18. – 68 с.
18. *Moreno Teresa.* The geology of Chile / Metallic ore deposits [V. Maksaev, B. Townley, C. Palacios, F. Camus]. Industrial minerals and rocks [G. Chong Diaz, A. Gajardo Cubillos, A.J. Hartley, T. Moreno] – London : Science, 2007. [Teresa Moreno, Wes Gibbons, Ed.]. – 414 p.
19. На медно-золотом руднике Бахо-де-ла-Алумбера (Аргентина) не удается наладить извлечение молибдена. – URL: [mineral.ru/News/34817.html](http://mineral.ru/News/34817.html).
20. *Колотухина С. Е.* Геология месторождений редких элементов Южной Америки / С. Е. Колотухина, Л. А. Григорьева, Л.И. Клаповская и др. – М. : Наука, 1968. – 280 с.
21. *Беляев К.Д.* Рудные ресурсы и их размещение по геозомам. Редкие металлы. Тантал, ниобий, скандий, редкие земли, цирконий, гафний : справочное пособие / К. Д. Беляев [и др.]; под ред. Д. В. Рундквиста. – М. : Недра, 1996. – 176 с.
22. *Литасов Ю. Д.* Геологический Музей НГУ. Местонахождения минералов. Справочник местонахождения минералов / Ю. Д. Литасов [и др.]. – Новосибирск : Изд-во НГУ, 2010. – 47 с.
23. *Giuliani Gaston.* The Role of organic matter in high temperature hydrothermal regimes / Gaston Giuliani, Alain Cheillerz, Christian France // Third ISAG. – France, Sr Malo, 1996. – 17–19/91. – P. 683–686.
24. *Фролов А. А.* Карбонатиты и кимберлиты (взаимоотношения, минералогия, прогноз) / А. А. Фролов [и др.]. – М. : НИИ «Природа», 2005. – 540 с.
25. *Dardenne Marcel Auguste.* Depósitos Minerais no Tempo Geológico e Épocas Metalogénicas / Marcel Auguste Dardenne, Carlos Schobbenhaus // *Geologia, Tectónica e Recursos Minerais do Brasil* [L. A. Bizzi, C. Schobbenhaus, R. M. Vidotti e J. H. Gonóalves (eds.)]. – CPRM, Brasília, 2003. – Capítulo VII. – P. 465–359.
26. *Schleicher Helmut.* Isotope studies on alkaline volcanics and carbonatites from the Kaiserstuhl, Federal Republic of Germany / Helmut Schleicher, Jürg Keller, Ulrich Kramm // *Lithos*, December 1990. – V. 26. – Issues 1-2. – P. 21–35.
27. *Колотухина С. Е.* Геология и экономика месторождений редких элементов государств Индия и Шри-Ланка / С.Е. Колотухина [и др.]. – М. : Наука, 1975. – 152 с.
28. *Романович И. Ф.* Полезные ископаемые / И. Ф. Романович [и др.]. – М. : Недра, 1992. – 544 с.
29. *Колесников Е. М.* Новые результаты К-Аг датирования Эльджуртинских гранитов из рудного поля Тырнауз / Е. М. Колесников [и др.] // Изотопное датирование эндогенных рудных формаций. – Киев, 1990. – С. 23–25.
30. *Bradley Dwight C.* Tectonic Controls of Mississippi Valley Type lead-zinc mineralizations in orogenic forelands / Dwight C. Bradley, David L. Leach // *Mineralium Deposita*, 2003. – № 38. – P. 652–667.
31. *De Vos W.* Metallogenic Mineral Provinces and World Class Ore Deposits in Europe / W. De Vos, M. J. Batista, A. Demetriades, M. Duris, J. Lexa, J. Lis, K. Marsina, and P.J. O'Connor. – URL: [www.gtk.fi/.../foregsatlas/article.php?id...](http://www.gtk.fi/.../foregsatlas/article.php?id...) [www.gtk.fi/.../foregsatlas/article.php?id...](http://www.gtk.fi/.../foregsatlas/article.php?id...)
32. *Доусон Дж.* Кимберлиты и ксенолиты в них / Дж. Доусон. – М. : Мир, 1983. – 300 с.
33. *Hassaan Mahmoud Mahamed.* The Phanerozoic rifting and metallogenic provinces in Northern African continent / Mahmoud Mahamed Hassaan // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th



Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – CD. – File 344.

34. *Bouhleb S.* Ore tectures of the sediment hosted lead-zinc ores at the Bou Grine mine, Tunisia: clues to the ore-forming environment / S. Bouhleb // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – CD. – File 347.

35. Show data for sample 33. 17 Jul 2010. [Goetze, G.L., Edwards, C.B., 1959]. – The Mrima Hill carbonatite, Coast province, Kenya: Transactions of the Geological Society of South. – URL: tin.er.usgs.gov/carbonatite/show.php?labno.

36. *Malitch K. N.* Platinum group minerals from zoned clinopyroxenite-dunite massifs, Aldan Shield, Russia: genetic constraints inferred from osmium-isotope study / K. N. Malitch, O. A. R. Thalhammer, I. Yu. Badanina, A. I. Kostoyanov // Mineral Deposits in the beginning of the 21-st century. – Swets & Zeitlinger Publishers Lisse, 2001. – P. 661–664.

37. *Округин В. М.* Полигенность и полихронность медно-никелевого оруденения Камчатки / В. М. Округин, В. А. Полегаев // Материалы XXI Международной научной конференции “Фундаментальные проблемы геологии месторождений полезных ископаемых и металлогении”. – М., 2010. – С. 49-50.

38. *Rodionov S. M.* Mineral deposits of Sibiria and the Russian Far East / S. M. Rodionov, A. I. Khanchuk // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – Abstracts. – CD – File 012.

39. *Авдонин В. В.* Месторождения металлических полезных ископаемых / В. В. Авдонин [и др.]. – М.: Трикта, Академический проект, 2005. – 718 с.

40. *Stepanov V. A.* Gold-ore deposits of the Amur region / V. A. Stepanov // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – DC. – File 166.

41. *Власов Н. Г.* Вещественный состав первичных и окисленных руд месторождения Маломыр / Н. Г. Власов [и др.] // Комплексное изучение и освоение природных и техногенных россыпей : труды Пятой Межд. научно-практ. конф., Симферополь-Судак, 17–22 сент. 2008 г. – Киев : Академперіодика, 2009. – С. 166–172.

42. *Takahashi Ryohei.* Genesis of hydrothermal deposits and volcanisms in Kamchatka peninsula, Russia / Ryohei Takahashi, Hiroharu Matsueda, Victor M. Okrugin // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – Abstracts. – DC. – File – 226.

43. *Rodney Allen.* Volcanic setting of Kuroko massive sulfide deposits, Hokoroku basin, Japan / Allen Rodney, Ohguchi Takeshi // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – Abstracts. – CD – File 294.

44. *Ishiyama Daizo.* Style of the hydrothermal alteration and scale of hydrothermal system related to formation of small kuroko deposits in the Babame kuroko mining area, Akita prefecture, Japan / Daizo Ishiyama, Takuma Fukudo, Toshio Mizuta, Yohei Ishikawa // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – Abstracts. – File 303.

45. *Graham Ian.* Advances in our understanding of the basalt derived gem sapphire-ruby-zircon deposits of the West Pacific margins / Ian Graham, Lin Sutherland, Khin Zaw, Victor Nechaev, Alexander Khanchuk // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – Abstracts. – CD. – File 207.

46. *Graham Ian.* New insights the late Cenozoic gem sapphire-zircon occurrences of southern Primorye, Russia / Ian Graham, Victor Nechaev, Alexander Chashchin, Evgenia Kikhney, Sergei Vystotskiy, Lin Sutherland // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – CD. – File 209.

47. *Kogel Jessica Elzea.* Industrial minerals and rocks: commodities, market and uses/ Jessica Elzea Kogel, Nikhil C. Trivedi. -- Society for Mining, Metallurgy, and Exploration (U.S.). – Nature, 2006. – 1548 p. – URL: books.google.ru/books?isbn=0873352335...

48. Rare Earth elements mines, deposits and occurrences. British Geological Survey. – URL : www.geopowers.com/.../REE%20mines,...

49. *Liu J.* Bainiuchang super-large silver-polymetallic ore deposit related to granitic magmatism in Mengzi, Yunnan / J. Liu, H. Ouyang, C. Zhang // Journal-Central South University of Technology. – English Edition, 2007. – V. 14. – № 4. – P. 569-574.

50. *Somchai Nakapadungrat.* The Phuket, Phangnga and Takua Pa tin-field, Thailand / Nakapadungrat Somchai and Maneenai Decha // Journal of Southeast Asian Earth Sciences, 1993. – V 8. – Issues 1-4. – P. 359-368.

51. *Rongxi Li.* Genesis and mineralization of gold-bearing quartz veins in Xiao Qinling area, Central China / Li Rongxi, Liu Xiaojie // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – Abstracts. – DC – File 159.

52. *Encarnaciyn John P.* Zircon U-Pb Geochronology of the Zambales and Angat Ophiolites, Luzon, Philippines: Evidence for an Eocene Arc-Back Arc Pair / John P. Encarnaciyn, Samuel B. Mukasa, Eligio C. Obille Jr. // Journ. of Geoph. Research. – 1993. – V. 98. – N B11. – P. 19991-20004.

53. *Suerte Leilanie O.* Adakitic intrusive rocks and mineralization in the Kingking porphyry copper deposit, Eastern Mindanao, Philippines / Leilanie O. Suerte, Sho Nishihara, Akira Imai, Koichiro Watanabe, Graciano P. Yumul Jr., Victor B. Maglambayan // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th

Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – Abstracts. – DC. – File 063.

54. Золото. ФГУНПП «Аэрогеология». Информационно-аналитический центр «Минерал». – URL : [www.mineral.ru/Analytics...grasberg\\_indonezia.pdf](http://www.mineral.ru/Analytics...grasberg_indonezia.pdf).

55. *Setijadji Lucas Donny*. Geodynamics and melt controls on locating ore deposits in Western Sunda arc, Indonesia / Lucas Donny Setijadji, Akira Imai, Koichiro Watanabe // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August. – 2006. – Abstracts. – CD. – File 252.

56. *Hedengui J. W.* Evolution of an Intrusion-centered Hydrothermal System: Far Southeast-Lepanto Porphyry and Epithermal Cu-Au deposit, Philippines / J. W. Hedengui, A. J. Arribas, T. J. Reynolds // Economic Geology, 1998. – V. 93. – P. 373-404.

57. *McGee B.M.* Characteristics and origin of sapphires from NE Tasmania, Australia / B.M. McGee, Khin Zaw, R.F. Berry, D. Duncan, Tzen-Fu Yui, Ian Graham, Terry Mernagh // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – CD. – File 210.

58. *Бахмутов В. Г.* Геохимия и рудоносность базитов Антарктического полуострова / В. Г. Бахмутов [и др.] // Месторождения природного и техногенного минерального сырья : геология, геохимия, геохимические и геофизические методы поисков, экологическая геология : мат. Межд. конф. “К 90-летию Воронежского государственного университета”, 12–16 ноября 2008 г. – Воронеж : Воронежпечать, 2008. – С. 33–35.

59. *Берзина А. П.* О связи Cu-Mo-порфирового оруденения с мантийными плюмами / А. П. Берзина // Месторождения природного и техногенного минерального сырья : геология, геохимия, геохимические и геофизические методы поисков, экологическая геология : мат. Межд. конф. “К 90-летию Воронежского государственного университета”, 12–16 ноября 2008 г. – Воронеж : Воронежпечать, 2008. – С. 41–43.

60. *Brooks C. D.* Re-Os and  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  ages of porphyry moliddenum deposits in the East Greenland volcanic rifted margin / C. D. Brooks, C. Tegner, H. Stein, B. Thomassen // Econ. Geol. – 2004. – V. 99. – P. 1215–1222.

61. *Tegner C.*  $^{40}\text{Ar}$ - $^{39}\text{Ar}$  geochronology of Tertiary mafic intrusions along the East Greenland rifted margin: relation to flood basalts and the Iceland hotspot track / C. Tegner [et al.] // Earth Planet. Sci Letters. – 1998. – V. 156. – P. 75–88.

62. *Джейкс А.* Кимберлиты и лампроиты Западной Австралии / А. Джейкс, Дж. Луис, К. Смит. – М. : Мир, 1989. – 430 с.

63. *Thalhammer Oscar A. R.* The Guli Dunite complex, Taimyr region, northern Siberia, Russia; a highly metasomatised asthenospheric mantle portion? / Oscar A. R. Thalhammer, Janine F. MacKelson, Ch. Loidl. Germot // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21-24 August, 2006. – Abstracts. – DC. – File. – 100.

64. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых : в 3-х томах / Д. В. Рундквист [и др.] – М. : ИГЕМ РАН, 2006. – Т. 1. Глобальные закономерности размещения. – 390 с.

*Воронежский государственный университет*

*А. Д. Савко, заведующий кафедрой исторической геологии ВГУ, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Заслуженный геолог России*  
[savko@geol.vsu.ru](mailto:savko@geol.vsu.ru)

*Л. Д. Шевырев, доктор геолого-минералогических наук, вед. научный сотрудник НИИ геологии ВГУ*  
[shevpp@yandex.ru](mailto:shevpp@yandex.ru)

*Voronezh State University*

*A. D. Savko, Head of the VSU Historical Geology Chair, Doctor of the Mineralogical and Geological sciences, Professor, Celebrated Geologist of Russia*  
[savko@geol.vsu.ru](mailto:savko@geol.vsu.ru)

*L. T. Shevyrev, Doctor of the Mineralogical and Geological sciences, leading scientific associate of the VSU Science-and-Search Institute*  
[shevpp@yandex.ru](mailto:shevpp@yandex.ru)