

**ИСТОРИКО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО КОНТИНЕНТОВ. Статья 2. КАЛЕДОНСКИЙ ЭТАП**

А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв

*Воронежский государственный университет**Поступила в редакцию 1 марта 2009 г.*

**Аннотация.** Каледонский магматизм, с которым ассоциируют многие эндогенные месторождения, наиболее проявился в океанических глубоководных обстановках, тогда как палеоконтиненты оставались во многом амагматическими областями. В подвижных поясах отмечается появление крупных скоплений массивных сульфидных руд (Урал, восточная Канада, Мьянма), на древних платформах – полей кимберлитов нередко со значительной и даже уникальной продуктивностью (**Накыньское** Якутии, **Venetia** в ЮАР, **Coronation** в субпровинции Слейв Канады, **State Line District** в субпровинции **Колорадо-Вайоминг** и др.). На юго-западе Африки образовались полиметаллические с минералами германия месторождения Намибии и Заира (**Tsumeb, Kipushi**). Своеобразен экзогенный минерагenez этапа. Оолитовые железные руды раннего палеозоя в Тюрингии, Португалии, Нормандии, Чехии и т. д. всегда отлагались при участии *подводных эксгалляций*, а высвобождение соединений железа из пород происходило путем гальмиролиза. В кембрии на Земле появились или закончили начатое в венде формирование более ста крупнейших аккумуляций фосфоритов Казахстана, южной Сибири Монголии, КНР, синеклизы Вольта в Западной Африке, Австралии. Приведено распределение по континентам месторождений раннего палеозоя, выделены каледонские «историко-минерагенические провинции», раздельно для эндогенных и экзогенных рудных аккумуляций.

**Ключевые слова:** историко-минерагенические провинции, каледонский этап, кратоны, подвижные пояса, эндогенные месторождения раннего палеозоя, экзогенные месторождения раннего палеозоя.

**Abstract.** Caledonian magmatism had initiated an appearance of many endogenous deposits. It had displayed in oceanic deep-water situations mainly whereas the paleo-continentes were amagmatic at most. The large accumulations of the massive sulfides were marked within the mobile belts of the Urals, Eastern Canada, Myanmar, while the ancient platforms – by the kimberlite fields, sometimes of considerable and even unique productivity (**Nakynskoe** in Yakutia, **Venetia** in SAR, **Coronation** in sub-province Slave, **State Line District** of Colorado-Wyoming etc.). The polymetallic, with the Ge minerals, deposits **Tsumeb, Kipushi** had appeared in the South-Western Africa (Namibia, Zaire). The exogenous minerageny of stage was original one. The Early Paleozoic oolitic iron ores in Thuringen, Portugal, Czechia etc. had formed *always* with contribution of the sub-aqueous exhalation, and extraction of iron was stipulated by the way of halmyrolysis *always*. In the Cambrian above hundred greatest phosphorites accumulations had appeared at first or finished their forming being started in the Vendian (Kazakhstan, Southern Siberia, syneclyse Volta of Western Africa, Australia). The mineral deposits of Early Paleozoic within the Earth continents localization was shown, the Caledonian historical-mineragenical provinces, endogenous and exogenous ones separately, were depicted. The utter scroll of the Caledonian deposits considered in the Voronezh state university science-and-research institute database is submitted in special ascription to figure one.

**Key words:** historical-mineragenical provinces, Caledonian, over-rank tectonic structures, cratons, mobile belts, Caledonian endogenous deposits, Caledonian exogenous deposits.

**Введение**

В раннем палеозое рифтогенез, формирование краевых прогибов, магматизм не были особенно характерными для континентов. Однако известны исключения. На севере Африки и в прилегающих

районах Аравийского полуострова массово внедрились «граниты таурирт». Диапироподобные интрузии этих металлоносных субщелочных гранитов и даек микрогранит-порфиров (риолитов) датированы временным интервалом от 550 млн лет (ранний кембрий) до 480–450 млн лет (ордовик) [40, с. 32, 33, 36, 37]. Другой пример – Южно-Ин-

дийский-Шри-Ланкийский пегматитовый район. Пегматиты **Одара**, залегающие в нижнеархейских гнейсах у г. Траванкор на юге Индостана, по К-Аг и U-Pb соотношениям оказались позднерифейскими-кембрийскими (700–500 млн лет). В Шри-Ланке металлоносные, с драгоценными разностями многих минералов, пегматиты по большинству определений силурийские – 438 млн лет (К-Аг, по слюдам) и т. д. [19].

Эндогенные полезные ископаемые этапа связаны, главным образом, с обстановками растяжения. Последние абсолютно доминировали в пределах океанических акваторий, где появились многочисленные скопления массивных сульфидов (**Красноуральско-Нижнетагильский** колчеданный район; **Bathurst Mining Camp**, пров. Нью Брансуик, Ка-

нада; **Bawdwin** в национальном государстве Шан, Мьянма и др.). Изредка, в немногих местах признаки дилатансии отмечены и на палеоконтинентах (диатремы кимберлитов **Нюрбинская**, **Ботуобинская** Якутии, полей **Kaavi-Kuorpio** Финляндии, пояса Лимпопо на границе Зимбабве и ЮАР, **Sisimint** Западной Гренландии; карбонатиты Балтийского щита и Прианбарской области). Площади, где локально проявлялись обстановки сжатия, реконструируются по местонахождениям редкометалльных-редкоземельных пегматитов Южной Гренландии (**Rolleanhaab**), щита **Ахаггар**, или Туарегского (олово-вольфрамовые, с танталом), Шри-Ланки (месторождения александрита, рубина, звездчатого сапфира, шпинели, аквамарина **Риквана**, **Рилмадулла**, **Ихилягола** и др.), рис. 1.

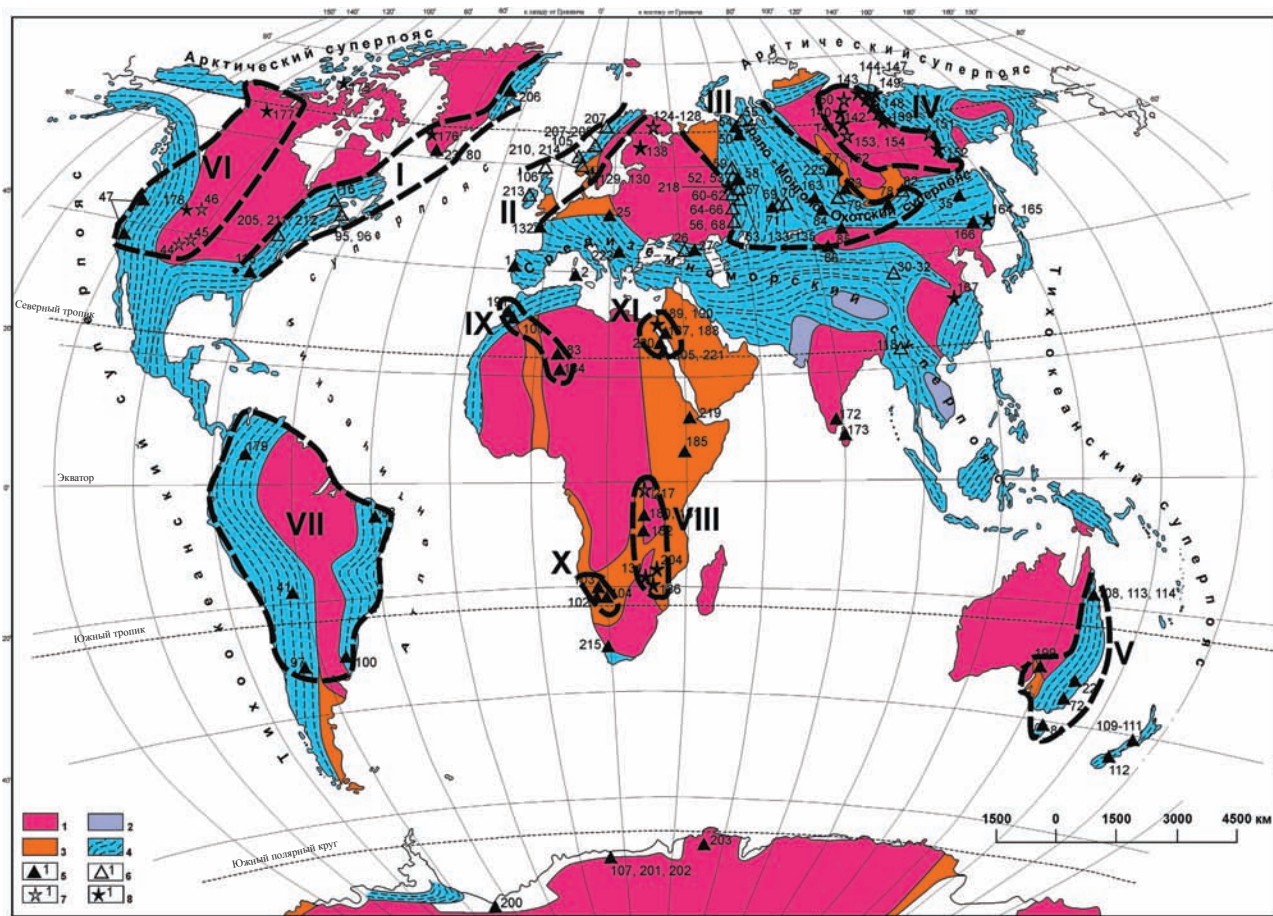


Рис. 1. Каледонские (570–410 млн лет назад) месторождения и историко-минерогенические провинции континентов (эндогенный минерогенез). С использованием в качестве основы для рис. 1 и 2 схемы В. Е. Хаина [37, с. 322], модифицированной. 1 – древние платформы и крупные срединные массивы с раннекембрийским фундаментом; 2 – срединные массивы с ранне- или позднекембрийским фундаментом; 3 – части подвижных поясов неогее, испытавшие складчатость и консолидацию в конце протерозоя – начале палеозоя; 4 – подвижные пояса, продолжавшие развитие в неогее; 5–8 – эндогенные месторождения, в том числе связанные: 5 – с преимущественно коллизийными процессами (скарновые, гидротермальные), 6 – с процессами дилатансии, преимущественно ос-

новным вулканизмом (источники рудных компонентов в верхах мантии и низах коры, руды медно-никелевые, медно-молибденовые порфировые и т. д.), 7–8 – с мантийными источниками (7 – карбонатиты, 8 – кимберлиты). Месторождения (к рис. 1 и 2): 1 – **Дюрику Бейру** (Dúrico-Beirão), север Португалии. Рудный район с золото-сурьмяными и золото-мышьяковыми залежами в связи с «черными слоями» нижнего ордовика. Месторождения **Banjas** (Au-As), **Moirama** (Au-As), **Ribeiro da Igreja** (Sb-Au), **Vale do Inferno** (Sb-Au), **Ribeiro da Estivada** (Pb-Zn-Ag), **Serra de Pias**, **Serra das Banjas** (Au-As); 2 – **Саррабус** (Sarrabus), юго-восточная Сардиния. Позднесилурийские раннедевонские конседиментационные стратиформные вулканогенно-осадочные Cu-Zn-Pb залежи, с серебром («проторуды»); 3–19 – крупнейшие фосфатоносные бассейны, отдельные месторождения и проявления нижнекембрийских фосфоритов с датами формирования от 590 до 540 млн лет, в том числе: **Каратау**, Джамбульская, Чимкентская области, Южный Казахстан. Раннекембрийский фосфоритовый бассейн. 45 участков самостоятельных месторождений (**Аксай**, **Джанатас**, **Кокджон**, **Коксу**, **Чулактау** и др., 3), **Джорджина** (Дачес и Ардмор, 4а и 4б), Центрального Китая (пров. **Гуйчжоу**, г. Гуйян, 5), Юго-Западного Китая (**Юньнань**, г. Куньмин, 6), Вьетнама (**Лаокай**, 7), Северной Монголии (**Хубсугул**, 8), впадины Вольта (9), Тянь-Шаня (10), Алтае-Саянской области (11), Центрального Казахстана (мелкие месторождения **Атасу**, **Шидерты**, 12), штата Теннесси, США (13), Северо-запада США (14), Мавритании (15), Южной Австралии (16); Низкие Гималаи, Индия (17), **Хазар**, Пакистан (18); **Бамбуи** (группа), северо-восточная Бразилия, вендские-нижнекембрийские (?) фосфориты (19); 20 – **Дурновское**, Кузнецкий Алатау. Марганцевое, в отложениях кембрия; 21 – **Мазульское**, Кузнецкий Алатау (Горная Шория). Марганцевое, в нижнекембрийских отложениях; 22 – **Гилмор** и **Уогт**, Новый Южный Уэльс, Австралия. Зоны смятия 417 млн лет (поздний силур), с богатыми месторождениями Au; 23 – **Ролианехааб**, южная Гренландия. Каледонские пегматиты. Церий. 24 – **Нормандия**, Франция. Месторождения железных руд среди пород ордовика; 25 – **Клеца-Радомице** (Klecza-Radomice), юго-западная Польша. Золоторудный район, жильные тела в черных сланцах ордовика-силура свиты Pilchowice, относимой к комплексу Kaszawa. Графита до более 70 объём. %. У сульфидных руд и жильных зальбандов залежей силурийские кварц-графитовые сланцы содержат 50–493 мг/т Au; 26 – **Беденское**, Большой Кавказ. Проявление хромита, связанное с интрузиями базитов-ультрабазитов ордовика-силура. Эти же породы несут и титаномагнетитовую минерализацию; 27 – **Белягидон**, Большой Кавказ. Олововольфрамо-молибденовое проявление, ассоциирующее с аплитами и пегматитами, дериватами ордовикского-силурийского массива плагиогранитов; 28 – **Амантайтау**, Кызыл-Кумы, Узбекистан. Полиметаллическое вулканогенно-осадочное, синхронное вмещающим ордовикским-силурийским породам; 29 – **Айнак**, пров. Логар, Афганистан. Рудные минералы в стратифицированном рудном теле, среди вендских-кембрийских доломитов, мергелей, алевролитов и углеродистых пелитов. 240 млн т руды, содержащей 3,4 % меди; 30–32 – север Тибетского плато. Нижнепалеозойские месторождения вулканогенных массивных сульфидов, в том числе: 30 – **Хонгтоу** (Honggou), 31 – **Байиннянханг** (Baiyinchang), 32 – **Жунжужаба** (Zhujujyaba); 33 – железорудные вулканогенно-осадочные залежи ордовика северо-западных и северных районах Китая «**цзиньтешаньского**» типа; 34 – **Мало-Хинганский** железорудный район, Еврейская автономная область. Нижнекембрийские джеспилиты, марганцевые руды. **Кимканское** месторождение магнетитовых кварцитов – наиболее крупное; 35 – **Гаринское**, Зее-Селемжинское междуречье (левый берег р. Гарь) в Амурской области. 55 пластов скарных магнетитовых тел среди образований протерозоя-нижнего палеозоя мощностью 2–30 м, прослежены на 0,8–1,5 км. Содержания железа в богатых сплошных и полосчатых рудах – 47 %. Запасы 160 млн т; 36 – **Шань Гоньтянь** (Shang Gongtang), восток пров. Гуньчжоу, Китай. Крупнейшее баритовое конседиментационное в нижнекембрийских черных сланцах формации Niutitang; 37 – **Дахебьян** (Dahebian), восток пров. Гуньчжоу, Китай (27°02'53"N, 109°07'37"E). Баритовое конседиментационное в нижнекембрийских черных сланцах формации Niutitang; 38 – **Сонлинь** (Songlin) в округе Zunyi, пров. Гуйчжоу (27°48'28"N, 106°45'54"E). Ni-Mo-платинометалльное, связанное с черными сланцами нижнекембрийской формации. Niutitang; 39 – **Хуаньжиавань** (Huangjiawan) в округе Зуньи (север пров. Гуйчжоу, Южный Китай). Рудоносные нижнекембрийские черные сланцы формации Niutitang. По сравнению с вмещающими породами рудный пласт обогащен (в разы): Ni (100), As (97), Mo (95), Sb (7), Rh (49), Cu (37), Pd (33), Ru (24), Zn (д 23), Pt (21), Ir (15х), Co (14), Pb (13). Разрабатывается; 40 – **Сяо Зу** (Xiao Zhu), округ Зуньи (Zunyi), пров. Гуйчжоу на юге Китая. Медно-молибденовое месторождение в нижнекембрийских черных сланцах; 41 – **Агиляр**, металлогеническая провинция в Андах, на стыке Боливии, Чили, Аргентины. Проявления меди и полиметаллов, содержащие серебро, в кембро-ордовикских метаморфитах. Метаморфогенное и осадочно-сингенетическое; 42 – **Мегума** (тектонический блок). Пров. Новая Шотландия, Канада. Марганцеворудное в черном флише кембрия-ордовика. Запасы руд – 337 млн т. Породы обогащены Pb, Zn, Au, Mo, W. Присутствуют согласные жилы с мышьяком и золотом. В базальной формации Галифакс полиметаллические залежи эксгалиационно-осадочного происхождения; 43 – **Робинсон Коп**, штат Вирджиния, США. Раннекембрийские титан-циркониевые пляжевые россыпи. Возникли при размыве аноксизитов группы Пиней; 44 – **Паудерхорн**, субпровинция Колорадо и Арканзаса. Массив ультраосновных щелочных пород и карбонатитов с датой 579 млн лет. Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1 млн т, TR<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,32 млн т (4 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 30 млн т, Fe – 1 млн т; 45 – **Джем Парк**, субпровинция Колорадо и Арканзаса, США. Тело ультраосновных щелочных пород с карбонатитами (3 км). Датировано 551 млн лет (середина кембрия). В корах выветривания тела бокситов с ресурсами около 1 млн т. Оценены ресурсы никеля и полиметаллов (все – по 1 млн т); 46 – **Айс Ривер**,

Западно-Канадская субпровинция. Карбонатитовый массив с датой 390 млн лет. Монацит-пироксеновые руды с бастнезитом; 47 – хромиты в серпентинизированных гарцбургитах штатов Орегон и Калифорния (горы **Котмнат, Береговые хребты, Сьерра-Невада**). Считаются каледонскими (0,55–0,4 млрд лет) [4, с. 36, 37]. Содержания платины 0,2 мг/т; 48 – **Сардана**, юго-восточная Якутия. Свинцово-цинковое, в породах юдомской свиты венда с возрастом границ 675±25 и 570±10 млн лет. 49 – **Сегеньях**, Сетте-Дабан. Верхнесилурийская оронская свита, вмещающая свинцово-цинково-флюоритовые руды. Метасоматические доломиты с вкрапленностью галенита и сфалерита. Запасы Pb+Zn > 1 млн т; 50 – **Чугучан**, Сетте-Дабан. Цинково-флюоритовые руды в нижнедевонских доломитах сеттедабанской свиты; 51 – **Турупья**, верховья рек Верхняя Турупья и Малая Тулаяня на восточном склоне Северного Урала, Республика Коми. Раннепалеозойские постордовикские щелочно-карбонатные метасоматиты с минералами Be, Nb, Ta, REE; 52 – **Волковское**, Тагило-Кушвинский район, Свердловская область. Богатые вкрапленные и массивные апатит-титаномагнетитовые, халькопирит-борнитовые, халькопирит-борнит-титаномагнетитовые руды среди такситовых габбро; 53 – **Баронское**, Тагило-Кушвинский район, Свердловская область. Золото-палладиевое, титаномагнетитовое, ассоциирует с телом измененных оливиновых клинопироксенитов, апатитиносных оливинитов и верлитов на юго-западе Волковского плутона. Брекчированные, метаморфизованные апатитиносные оливиниты, верлиты, оливиновые клинопироксениты с Au-Pd минерализацией. 5,23–16,9 г/т Pd, 0,20–0,42 г/т Pt; 54 – **Лекхоили** на северо-востоке массива Войкар Сыныин, Северный Урал. Хромитовое. Согласно линзовидное рудное тело протяженностью до 0,5 км и мощностью до 39 м в области выклинивания дунитов. Содержания Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub> до 50 %, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – до 17–19 %; 55 – **Рай-Из**, Северный Урал. Раннепалеозойский хромитиносный массив ультрамафитов с месторождениями **Центральным** и **Западным**; 56 – **Хабарное**, Южный Урал, на границе России и Казахстана. Хромитовое в одноименном массиве. Линзо- и стратоподобные залежи (80–90 м длиной, 0,15–14 м мощностью) образованы вкрапленными (50–60 % всех запасов) и массивными (3–4 % запасов) рудами с содержанием 8–45 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 57 – **Высокогорское** (горы Высокой), Нижний Тагил, Свердловская область (Средний Урал). Магнетитовое, скарновое, с тагило-кушвинскими габбро-сиенитами, ранний-средний девон, 380–370 млн лет (K-Ar); 58 – **Гороблагодатское**, на северо-восточной окраине г. Кушвы Свердловской области, Средний Урал. Скарновое магнетитовое, в связи с габбро-диоритами и диорит-сиенитами D<sub>2,3</sub> Возраст руд 380–370 млн лет (K-Ar); 59 – **Качканарское**, Исовский район, Свердловская область, Урал. Раннедевонское (?) плутоногенное титаномагнетитовое. Запасы руд 3,3 млрд т при среднем содержании Fe 16,6 %. Содержания компонентов (%): Fe – 14–34; V – 0,05–0,31; Ti – 0,8–2,0 %. Fe, Ti, V; 60 – **Красноуральско-Нижнетагильский** колчеданный район Среднего Урала. Месторождения среди вулканитов венлокского яруса позднего силура. Рудный район отвечает северной части Дегтярско-Красноуральской внутренней зоне Тагильской вулканической дуги. Месторождения **Имени Ш Интернационала, Красногвардейское, Заводское**; 61 – **Левиха**, Кировоградский рудный район Среднего Урала (Свердловская область). В разрезе венлокской непрерывной формации мощностью 1,5 км – четыре уровня медно-цинковых руд; 62 – **Дегтярское**, Кировоградский рудный район Среднего Урала. Раннесилурийское (венлок) колчеданное месторождение. Пластообразное рудное тело протяженностью до 4 км по простиранию, 0,5 км по падению на контакте рассланцеванных туфов андезито-базальтов и андезито-дацитов и лав липарито-дацитов; 63 – **Дергамыш, Ивановка**, башкирский сектор Южного Урала. Силурийские месторождения массивных сульфидов с халькопирит-пирит-пирротиновыми рудами, содержащими кобальт; 64 – **Ишкинино**, 20 км западней г. Гай Оренбургской области. Силурийское. Пирит-пирротиновые линзы на контактах базальтов и серпентинитов (Cu – 0,7; Ni – 0,3; Co – 0,01), кобальтин-халькопирит-пирротиновые руды в серпентинитовых брекчиях (6,4 % Cu, 0,3 % Ni, по 0,2 % Co, Zn и As, 1 г/т Pt, 1,4 г/т Au, 5,1 г/т Ag); 65 – **Яман Касы**, Южный Урал. Медно-цинковое среди пород силурийской блявинской риолит-базальтовой ассоциации. 2,3 млн т массивных медно-цинковых руд (меди – 42 тыс. т, цинка – 90 тыс. т) с содержаниями 2,56 % меди, 5,56 % цинка 45,27 % серы. Содержания прочих элементов (г/т): Au – 3,3, Ag – 33,5, Ga – 30, Tl – 5, Ge – 13, In – 17, Se – 22, Te – 204; 66 – **Юбилейное**, Южный Урал (Макан-Гайская зона, Западно-Магнитогорская дуга). Раннедевонское гидротермально-осадочное и гидротермально-метасоматическое месторождение S<sub>2</sub>-D<sub>1</sub> с медноколчеданными, медно-цинк-колчеданными и серноколчеданными залежами у палеовулканической структуры, сложенной кислыми лавами верхнего силура-нижнего девона (спилит-офиолитовая толща непрерывной формации); 67 – **Саурей**, депрессия Талото-Пойпудын Полярного Урала. Углеродисто-терригенно-карбонатные породы, в том числе черные сланцы, ниже-среднеордовикской малопайпыдынской свиты содержат стратиформные барит-полиметаллические залежи. Ассоциируют с кварц-альбитовыми метасоматитами, несущими: 5,8 % Pb (до 28 %), 0,3 % Zn (до 2 %), 9,8 % барита (до 20 %). Встречены и благородные металлы (г/т): Ag – 30 (до 400), Au – 0,1–0,9, Pd – 0,2–3,7, Pt – 0,03–0,06, Ir – 0,02–0,05, Rh – 0,06–0,13, Ru – 0,03–0,2; 68 – **Кемпирсайское**, Казахстан. Хромиты. 400–380 млн лет (ранний девон). Четыре основных рудных поля, 160 участков с рудами хрома, в том числе 17 промышленных. 49–60 % Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; 69 – **Бошечкуль** (Bozshakol), в 90 км западней Экибастуза Павлодарской области, Казахстан. Раннепалеозойское (возраст 481±23 млн лет) золотоносное медно-молибденовое порфировое. Прогнозные ресурсы только элювиальной россыпи оценены в 26,6 т при среднем содержании 1,6 г/т; 70 – **Майкаин** (Maikain) в Баянском районе Павлодарской области. Раннеордовикское, связанное с интрузиями тоналитов-гранодиоритов, медно-порфировое. Балансовые руды содержат (%): 2,3–2,53 Au, 42,8–43,2 Ag, 0,9–1,14 Cu, 0,38–0,48 Pb, 2,15–2,62 Zn, 17,53–24,9 бари-

та; 71 – **Степняк**, Степнякский район, Кокшетауская область. Позднеордовикское кварцево-жильное (20 жил). Малосульфидные жилы с вольфрамитом, шеелитом, пиролюзитом и золотом. Средние содержания золота – 15–20 г/т; 72 – **Дейлсфорд**, рудный район **Бендиго**. Каледонское жильное золото-кварцевое. Au – до 45 г/т; 73 – **Безмянский** рудный узел, Новая Земля. Север о. Южный (поля **Павловское**, **Северное**, **Перевальное**). Стратиформные залежи полиметаллов в породах нижнего девона. Содержит 6 млн свинца и цинка до глубины 50 м, по геологическим данным, и до 40 млн т до глубины 200 м, по данным геофизическим; 74 – **Армориканский** массив, Франция. Россыпи минералов Ti и Zr в песчаниках, начинающих разрез нижнего палеозоя; 75 – **Тахта-Карача**, Зеравшанский хребет. Марганцевое в кремнисто-карбонатных толщах верхнего силура; 76 – **Удско-Шантарский район**. Залежи марганцевых и железных руд в нижнепалеозойских толщах; 77 – **Агардаг**, юго-запад Южно-Тувинского гипербазитового пояса. Кембрийские золотоносные родингиты; 78 – **Тисса-Сархойская** рудная зона, юго-восток Восточного Саяна, Бурятия. Золото-кварцевая и золото-теллуровая минерализация отчасти среди березитов (537±15 млн лет, средний кембрий); 79 – **Абаканское**, Хакассия, север Западного Саяна. Кембрийское пластовое и скарновое магнетитовое среди кембрийских вулканогенных и осадочных толщ. Запасы магнетитовых руд – 128 млн т, в том числе до глубины 1,7 км – 80 млн т. Средние содержания железа – 41,5 %, серы – 2,36 %, фосфора – 0,19 в верхнем этаже и 0,7 % в нижнем; 80 – **Нарсарсук**, Южная Гренландия. Каледонские пегматиты. Nb, Се; 81 – **Маунт Лайель**, о. Тасмания. Кембрийские кислые и средние лавы с массивным и вкрапленным пирит-халькопиритовым оруденением, линзы с борнитом, халькопиритом, халькозином. Продуктивный пласт медистых глин верхнеордовикской группы Гордон с вкрапленностью и гроздьями конкреций самородной меди, куприта, халькозина мощностью до 100 м и протяженностью до 2,5 км. Отдельные выделения самородной меди до 32 кг. Конкреции гётита содержат до 25 % меди, медистые глины – 0,2–0,62 %; 82 – **Озёрное**, Удино-Витимская островодужная система Забайкалья, Читинская область. Уникальное раннекембрийское колчеданно-полиметаллическое месторождение в вулканогенных образованиях контрастной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации. Запасы свинца 1,6 млн т (среднее содержание 1,2 %), цинка 8,3 млн т (среднее содержание 6,2 %); 83 – **Окунёвское**, Сисим-Казырский синклиорий, бассейн р. Казыр, Красноярский край. Волластонитовое, в нижнекембрийских основных-средних вулканитах. Волластонитовые скарны образуют линзы протяженностью 30–350 м и мощностью 1–40 м. Средние содержания волластонита – 70 %. Потенциальные ресурсы до глубины 100 м оценены в 1,5 млн т; 84 – **Синюхинское**, Горный Алтай. Волластонитовое, скарновое на площади золоторудного месторождения (см. выше), на контактах известняков и гранитов ордовика-силура. Мощности волластонитовых залежей составляют 2–9 м, изредка до 20 м, длина – 150–200 м. По падению в глубину прослежены на 100 м; 85 – **Западная Монголия**, кембрийские-силурийские (540–410 млн лет) металлогенические пояса с проявлениями золото-серебряными, ассоциирующими с гранитоидами в зонах сдвига; титана и железа, с ванадием, связанные с ультрамафитами; платинометалльные медно-никелевые в связи с ультрамафитами; железо- и меднорудные скарны, иногда с Au, Ag, Mo, в габброидах; 86 – **Киньбулаке** (Qingbulake, 82°18'00"Е, 42°56'00"N), Синцзян, Китай. В зоне сочленения плит Тарима и Йили (Yili), глубинном разломе Nalati. Раннесилурийское сульфидное медно-никелевое, 434,4 ± 6,2 млн лет (SHRIMP по цирконам, U-Pb, верхи раннего силура); 87 – **Спасск**, Приморский край. Залежи бокситов среди известняков нижнего кембрия; 88 – **Вабана**, Ньюфаундленд, Канада. Силурийское железорудное; 89 – **Нью-Йорк** (штат). Нижнесилурийские (пландовернийский ярус) гематитовые руды; 90 – **Бейтсвилл**, Арканзас, США. Марганцевое, в силурийско-ордовикских углеродистых сланцах и синхронных корах выветривания. Мощность пласта – до 25 м, содержания Mn – 25–50 %; 91 – **Бретань**, Франция. Месторождения железных руд среди пород ордовика; 92 – **Долаукоти** (Dolaucothi), Уэльс. Золотоносные пиритизированные сланцы (турбидиты) силура-ордовика, соскладчатые кварцевые залежи до 6 м мощностью (ранний девон), 410–390 млн лет. Золотины 15–30 мкм, включены в зерна пирита и аренопирита, ассоциирующих с графитом; 93 – **Танганьшань**, Южный Китай. Марганцеворудное, среди отложений нижнего палеозоя; 94 – **Малдынырд**, Припролярный Урал. Высокоглиноземистые породы в составе алькесвожской свиты кембрия-нижнего ордовика. Содержат диаспор и бёмит. Предполагается первично осадочное происхождение [33, с. 289–293]; 95 – **Гитард Брук** (Guitard Brook), север пров. New Brunswick, Канада. Позднеордовикское-раннесилурийское золото-мышьяково-сурьмяное, в связи с офиолитами. Средние содержания золота по лучшему пересечению – 2,84 г/т, ресурсы металла более 1,5 т. Здесь же подобные **West Gabbro Zone** (Au–As), **Middle River** (Au–As–Sb), **Tetagouche Property** (Au–Sb), **Caribou Road** (Sb–Au); 96 – **Батерст** (Bathurst Mining Camp), север пров. Нью Брансуик, Канада. Горнорудный район с 47 крупными месторождениями массивных сульфидов (**Brunswick N12**) в среднеордовикских толщах группы Tetagouche. 39 месторождений имеют суммарные запасы более 500 млн т руды; 97 – **Сьерра ла Веласко**, пров. Ла Риоха, Аргентина. Пегматиты с бериллием ассоциируют со светло-розовыми биотит-роговообманковыми гранитами. Возраст для уранинитов рудника **Сан Виторио** 385 млн лет, примерный рубеж раннего и среднего девона; 98 – **Борборема** (плато), часть штатов Риу Гранди ду Норте, Пернамбуку и Параиба. Месторождения пегматитов, с возрастом около 500 млн лет, при наиболее древние датах 780 млн лет. Крупнейшие запасы тантала, бериллия, лития; 99 – **Вадиль Араба**, Иордания. Медно-молибденовое, среди углеродистых сланцев кембрия; 100 – **Касапава-Лаврас**, штат Риу Гранди ду Сул. Бразилия. Редкоземельные граниты (506 млн лет) с центрической (овоидной) структурой рапакиви содержат 0,9 % сфена, 0,2 % апатита+циркона, 0,1 % флюорита; 101 – **Глиб-эн-Нам**, Марокко. Вулкано-

генно-гидротермальное марганцевое в нижнепалеозойских породах; 102 – **Россинг**, Намибия. Пегматиты, 0,55 млрд лет. U; 103 – **Цумеб** (рудный район, 600×200 км, северная Намибия). Месторождения: **Цумеб**, кембрийское (?) гидротермальное медно-свинцово-цинковое с германием и галлием; **Комбат**, медно-свинцовое месторождение; **Берг Аукас**, свинцово-цинковое; 104 – **Витвлей**, рудный район, Центральная Намибия (площадь 450×150 км). Месторождения: **Аджихейс** (меди 2,4 %, цинка 0,76 %, золота 0,76 г/т, серебра 7,25 г/т, железа 22,3 %, с общими запасами руд 23 млн т); **Витвлей** (меди 1,9 %, запасы руды до 7 млн т); **Клейн Ауб** (меди 3 %, запасы 0,2 млн т, добывается серебро); **Матчлес** (меди 1,5–2,0 %, запасы руды 1,5 млн т); 105 – **Бёмлу** (остров), Норвегия. Жилы кварца, тела скарнов на контакте габбро и «ликлинских офиолитов». Возраст осадочных бассейнов (440 млн лет) и руд – силурийский. Au; 106 – **Пенроз**, Шетландские о-ва. Промышленные платиноиды в хромит-сульфидных рудах среди каледонских офиолитов; 107 – **Пристли Пик**, Земля Королевы Мод. Дайка лампроитов с повышенным содержанием флогопита. Отнесена к каледонскому этапу в связи со сходством с силурийскими лампроитами **Маунт Бэйлис**; 108 – **Голден Плато**, Квинсленд, Австралия. Золото-кварцевые жилы в андезитах ордовика-силура. Каледонское. Au до 12 г/т; 109–112 – Южный остров, Новая Зеландия. Небольшие гидротермальные месторождения Au в породах нижнего палеозоя, в том числе: 109 – **Аорера**, 110 – **Маунт Оуэн**, 111 – **Голден Блокс**, 112 – **Инвинсибл**; 113 – **Чартерс-Тауэрс**, Квинсленд, Австралия. Золоторудное кварцево-жильное (до 100 г/т), поздний ордовик-ранний девон (455–395 млн лет, металлогеническая эпоха Равенсвуд). По другим данным, месторождение раннекаменноугольное (более поздняя фаза эпохи Харбертон орогенического этапа Канимблан); 114 – **Ровенвуд**, Квинсленд, Австралия. Золоторудное, поздний ордовик-ранний девон (455–395 млн лет, металлогеническая эпоха Равенсвуд); 115 – **Айллик**, Аппалачи, США. Каледонские пегматиты. Nb; 116 – **Эстери-Бок**, Квебек, Канада. Каледонские расслоенные мафит-ультрамафиты. Cr, Pt; 117 – **Ши Крик** (Shea Creek), пров. Саскачеван, Канада. Урановорудный бассейн **Атабаска**. Богатое урановое, с основными рифейскими датами 1334±12 млн лет и 1259±10 млн лет. Раннепалеозойские даты – 433±26, 449±75, 391±34 млн лет, возможно, отражают новую вспышку рудотложения; 118 – **Бодуин-Намту**, (Баудвин, Bawdwin), в национальном государстве Шан, Мьянма. Нижнепалеозойское колчеданное, необычно богатое свинцом и цинком. Содержатся сопутствующие Cu, Ni, Co, Sb, Ag; 119 – **Ленинградская область**. Кембрийские-ордовикские титан-циркониевые россыпные, в песчаниках мощностью 30–40 м, полосой 300 км. На северо-востоке нижнекембрийские глауконитовые (Люкатин и Тискрес), среднекембрийские тонкие кварцевые со следами ряби (Саблино, мощность 10–13 м), верхнекембрийские тонкие кварцевые с катунами глины (Ладога, западней – Ламошка, мощность 0,1–3,0 м), грубо- и среднезернистые кварцевые с раковинным детритом (Тосно, под ордовикскими черными сланцами); 120 – **Бакальская группа** в Саткинском районе Челябинской области. 24 рифейских-кембрийских железорудных месторождений на площади около 150 км<sup>2</sup> (**им. ОГПУ, Шуйдинские I и II, Северо-западного склона, Юго-восточного склона горы Иркутскан, Буландихинское, Восточное, Гаевская Яма, Ленинское, Северо-западный склон горы Иркутскан**). Среднее содержание железа в сидеритах – 30,6 %, в бурых железняках – 44 %. Запасы сидеритов составляют более 1 млрд т, бурых железняков – 30 млн т; 121 – **Саткинское**, Урал. Магнетиты. Рифей-кембрий; 122 – **Кукерс**, Эстония. Месторождения горючих сланцев-кукерситов, результат захоронения в глинисто-известковистых осадках сине-зеленых водорослей *Gloeocapsomorpha prisca*. Средний ордовик, ландейльский век; 123 – **Тюрингия**, Германия. Железорудный бассейн, сформировавшийся в ордовике. Оолитовые руды; 124–128 – массивы ультращелочных пород и карбонатитов Кольско-Двинской провинции, в том числе: 124 – **Вуориярви**, возраст 390 млн лет. Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,4 млн т (0,3 %), Ti – 0,05 млн т (15 %), Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,02 млн т (0,015 %), ZrO<sub>2</sub> – 0,6 млн т, U<sub>3</sub>O<sub>8</sub> – 0,01 %; 125 – **Кандагубский**, возраст 400 млн лет. Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1 тыс. т (0,15 %), барит – 50 тыс. т (3 %); 126 – **Ковдозеро**, возраст 450 млн лет; 127 – **Контозеро**, возраст 510 млн лет. Запасы P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 300 млн т, содержания 3 %; 128 – **Саллалатвинский**, возраст 450 млн лет. Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,15 тыс. т (0,2 %), TR<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 2,5 млн т (1,1 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 5 млн т (1,5 %), барит – 30 млн т (10 %); 129 – **Фён**, Норвегия. Массив основных-ультраосновных щелочных пород и карбонатитов с вкрапленностью пироклора. Возраст 590–565 млн лет. Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 1 тыс. т (0,2 %), TR<sub>2</sub>O<sub>3</sub> – 0,05 млн т (1,5 %), P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 10 млн т (3 %), Fe – 10 млн т (30 %); 130 – **Альнё**, Норвегия. Карбонатиты (565 млн лет, ранний кембрий). Nb; 131 – **Ривер Ранч**, Зимбабве, на границе с ЮАР, 50 км к северу от поля Венеция. Кимберлитовая трубка среднего кембрия (530–550 млн лет). Промышленно алмазоносна, практически не содержит пикроильменитов при высоком содержании хромшпинелидов. Разведанные запасы руды до глубины 150 м – 17,5 млн т. Найдены несколько кристаллов алмаза массой от 15 до 75 каратов, в том числе камни почти чистой воды; 132 – **Монбеле**, Армориканский массив, Франция. Граниты (550–540 млн лет, средний кембрий). W, Sn; 133 – **Юбрышкинское**, Урал. Рифей-кембрий. Ильменит-магнетитовое высокотитанистое. Fe, Ti, V; 134 – **Кусинско-Копанское**, Челябинская область, Средний Урал. Рифей-кембрий. Ильменит-магнетитовое, в связи с базальтоидами. Fe, Ti, V; 135 – **Кабанское V**, Урал. Силурийское медно-колчеданное, начало формирования 430–410 млн лет, завершение – в позднекаменноугольную эпоху (300 млн лет) и позднее; 136 – медистые песчаники в отложениях нижнего ордовика Полярного Урала (матанадаранская свита). Меридиональная полоса шириной 30–40 км протяженностью 600 км между Байдарацкой губой Карского моря и 62-й параллелью. Медепроявления **Малюдовожское, Подьягинское, Саурипейское** в песчаных дельтовых отложениях, **Косьюнское** – в заливных и лагунных песчаниках и сланцах, **Байдарацкое** – в морских песчаниках и сланцах; 137 – Вольно-Подольская плита, Приднестровье. Проявления медной минерализации в

нижнедевонских аллювиально-дельтовых пестроокрашенных отложениях мощностью 450–500 м – **Иване Злоте, Устечко, Михальче, Семаковцы**. Оксидно-карбонатно-сульфидное оруденение на площади около 150 км<sup>2</sup>; 138 – часть кимберлитовых тел **юго-восточной Финляндии**: трубка 1 – 434 млн лет, рубеж раннего и позднего силура; трубки 5, 9, 10, 14 – 450 млн лет (рубеж силура и ордовика); трубка 7 – 500 млн лет (рубеж кембрия и ордовика). Кимберлиты последней содержат 0,26 кар./т алмазов, в том числе 80 % октаэдров; 139–149 – кимберлитовые поля Восточной Сибири, для которых получены раннепалеозойские радиологические даты, в том числе: 139 – **Мирнинское**, 444 млн лет (O<sub>3</sub>, треки урана), 426–444 млн лет (S<sub>1</sub>, треки урана), 140 – **Алакит-Мархинское**, 469 млн лет (O<sub>1-2</sub>, Rb-Sr), 141 – **Далдынское**, 445 млн лет (O<sub>3</sub>, K-Ar), 420 млн лет (S<sub>1</sub>, K-Ar), 427 млн лет (S<sub>1</sub>, треки урана), трубка «325 лет Якутии», 440,2, 443,2 млн лет (O<sub>2-3</sub>, U-Pb), 142 – **Верхне-Мунское**, 458 млн лет (K-Ar), 440, 451 млн лет (треки урана), различные интервалы ордовика, 426 млн лет (S<sub>1</sub>, K-Ar), 143 – **Чомурдахское**, 448 млн лет (O<sub>3</sub>, треки урана), 144 – **Западно-Укукитское**, 449 млн лет (O<sub>3</sub>, треки урана), 453 млн лет (O<sub>2</sub>, K-Ar), 400–420, 438 млн лет (S<sub>1</sub>, K-Ar), 145 – **Восточно-Укукитское**, 432, 434 млн лет (S<sub>1</sub>, K-Ar), 146 – **Огоньор-Юряхское**, 418 млн лет (S<sub>1</sub>, K-Ar), 147 – **Мерчимдемское**, 480, 498 млн лет (O<sub>1</sub>; K-Ar), 401, 429 (S, K-Ar), 148 – высокоалмазоносные кимберлиты **Накынского** поля, 445±3 млн лет (Rb-Sr), 149 – **Бенчима-Куойкское**, 520, 534, 550 млн лет (средний-поздний кембрий, K-Ar), 395–418, 434 млн лет (S, K-Ar); 150–155 – массивы карбонатитов с редкоземельным-редкометалльным оруденением, апатитом, активное становление которых происходило и в каледонский этап, а также прочие «ранние» карбонатиты, в том числе; 150 – **Томтор** (800–320 млн лет), 151 – **Горнозёрский** (460–320 млн лет); 152 – **Арбарастах** (700–540 млн лет), 153 – **Кня**, 154 – **Чуктукан**; 155 – **Непское** калийно-магниево-месторождение, верховья Лены и Ангары. Раннекембрийский Непско-Гажинский бассейн. Калийные соли приурочены к гажинской пачке (нижняя часть разреза нижнекембрийской ангарской свиты) общей мощностью 250–300 м. Разрез ее таков (снизу вверх): ангидриты; каменные соли; калийные соли мощностью 30–150 м; каменные соли; ангидриты. Ресурсы K<sub>2</sub>O оценены в 13,5 млрд т, карналлитовых руд – 450 млрд т, сильвинитовых – 70 млрд т [2, с. 405–407]; 156–161 – меденосные залежи среди осадочных толщ нижнего палеозоя провинций Восточной Сибири, в том числе: 156 – **Приенисейской** (Приангарская зона, около 200 рудных точек, нижний кембрий, средний-верхний кембрий, O<sub>1</sub>), 157 – **Присаянской** (нижний кембрий), 158 – **Прибайкальской** (зоны Западно-Прибайкальская, Верхнеленская, Ангаро-Тунгусская; средне-верхнекембрийские «Ленские медистые песчаники», нижний и средней ордовик), 159 – **Приалданской** (зоны Кодаро-Удоканская, Нюйско-Березовская, Восточно-Алданская нижнекембрийские пестроцветы проявления **Кильчерис**, средний, верхний кембрий, ордовик), 160 – **Приверхоянской** (от хребта Сетте-Дабан до устья Лены, S), 161 – **Прианабарской** (западная граница Анабарского щита, O<sub>1</sub>); 162 – **Харловское, Патынское, Куль-Тайгинское**, Западный Саян. Титаномагнетитовые со скандием, в связи с каледонскими массивами перидотит-габбро-плагиогранитной формации; 163 – **Каменка, Колывань, Мульчиха, Саяны**. Ордовикские-нижнесилурийские пегматиты и грейзены с редкими металлами в Саянах; 164 – **Курханское** поле нижнесилурийских кимберлитовидов, Корейско-Ханкайская зона, Приморский край. Двойная алмазоносная диатрема из двух трубок, выполненных серпентинизированными ксенобрекчиями; 165 – **Малоключевское** проявление алмазоносных нижнесилурийских (?) кимберлитовидов, Первомайско-Ярославский кратон, Малоключевской палеорифт в пределах российской части северо-восточного выступа Китайской платформы; 166 – **Ханкайский** массив. Ордовикские скарновые полиметаллические залежи; 167 – **Хунань**, пров. Китая. Каледонские кимберлиты на востоке пояса глубинных разломов Тангуенг-Люяннг, в 100 км к северо-востоку от г. Чанша; 168 – **Терсколь** (озеро), 35 км юго-восточней г. Акмолы. Диаспор-каолинитовые породы среди известняков ордовика; 169 – **Керегетас**, Прибалхашский железорудный район (Кызылеспинский антиклинорий), юго-восток Центрального Казахстана. Части разреза пород ордовика, обогащенные глиноземом; 170 – **Кзыл-Эспе**, Прибалхашье, Казахстан. Разрез пород ордовика в некоторых интервалах обогащен глиноземом; 171 – **Бирмингем**, штат Алабама, США. Нижнесилурийские (лландоверийский ярус) гематитовые руды; 172 – **Одара**, г. Траванкор, юг Индостана. Пегматиты с драгоценными камнями. Кембрийские-силурийские, 550–438 млн лет; 173 – **Ратнапур**, центральная часть Шри-Ланки. Пегматиты кембрия-силура с рубинами, сапфирами, александритами. 548–418 млн лет, 461–645 (550±10) млн лет и т. д.; 174 – восток **Соляного кряжа** в Пакистане. Предполагаемая меденосность нижнекембрийских пестроцветов, залегающих на эвапоритах; 175 – **Пхеннамский** прогиб, север Корейского полуострова. Раннекембрийский металлоносный горизонт на площадях более 20 тыс. км<sup>2</sup>. Фосфаты, цветные, благородные металлы. Субстратом нижнекембрийских толщ являются образования рифея и венда, иногда высокоуглеродистые. Так, в свите Мукчхон есть четыре горизонта высокоуглеродистых сланцев, используемые в качестве топлива. Содержание C<sub>орг.</sub> в них – 14–16 %, некоторых металлов значительно (г/т): Mo – 78–150, V – 150–1800, Ni – 200–350, Co – 23–82, As – 63–220, U – 8,7–11,9. Черные сланцы мощностью до 90 м установлены и в вендской свите Кухен, на породах которой залегают нижнекембрийские металлоносные отложения [32, рис. 1, с. 8]; 176 – **Гренландская** субпровинция. Дайки кимберлитов площади Sisimint, центральная часть Западной Гренландии. Локализованы в протерозойском подвижном поясе. Возраст кимберлитов (K-Ar) – 550 млн лет (средний кембрий). От рифейских местных лампроитов отличаются составами оливинов и магнезиальностью. Объединяет формирование тел лампроитов и кимберлитов, интервалы внедрения которых разнесены почти на 700 млн лет, приуроченность к единому среднерифейскому Гардарскому палеорифту; 177 – **Слейв**, Северо-Западные территории Канады.

Алмазоносная субпровинция. Кимберлитовые диатремы. Трубка **Drybones Bay** у г. Йеллоунайф, 300 км южнее оз. Лак-де-Гра, возраст кимберлитов по цирконам – 441–485 млн лет (ордовик-ранний силур, таконская фаза), но есть и поздняя дата – 270 млн лет (пермь). Диатрема **Kennedy-Lake** (трубка № 5034) – 539 млн лет, салаирская фаза); 178 – «**Граница штатов**» (State Line District), субпровинция **Колорадо-Вайоминг**. Кимберлитовый район с примерно 40 раннепалеозойскими трубками, датированными около 0,4 млрд лет (**Слоан-1** – 380 млн лет, **Айрон Маунтин** – 408,4±2,6 млн лет); 179 – **Сан Хосе де Гуавьяре**, центральная и восточная Колумбия. Биотитовые граниты (датированы по биотиту – 495–445 млн лет, K-Ar), с которыми, возможно, связаны пегматиты восточно-колумбийского департамента **Сантандер** (правый берег р. Магдалена, г. Букараманга), с бериллом и колумбитом; 180 – **Ниамбембе**, Заир. Пегматиты, 0,6–0,5 млрд лет, Ta; 181 – **Чонка Ниамбези**, Заир. Пегматиты, 0,6–0,5 млрд лет, Ta; 182 – **Кипуши**, Заир, ранний кембрий (?), Cu-Pb-Zn, с Ge, Cd; 183 – **Таманрассет** (рудный район), Ахаггар, Алжир. Олово и вольфрам в кварцевых жилах и рудных грейзенах, оруденелых риолитах (**Эль Курусса**). В нижних частях жил – вольфрамит, халькопирит, пирротин, пирит, в верхних – касситерит. На месторождениях **Ханаана**, **Хананер** близ контактов – обильный циннвальдит  $KLiFe^{2+}Al[(F, OH)_2][Al_3Si_3O_{10}]$ ; 184 – **Лауни** (рудный район), Ахаггарский щит, Алжир. Вольфрамовое месторождение **Нахда** (б. Ренессанс) и ряд соседних точек с минерализацией Li, Be, W. Подсчитаны запасы окиси-закиси вольфрама – около 20 тыс. т. Танталовые граниты образуют месторождения **Тиллик**, **Гексагон**, **Титенир**. В сильно выветрелых гранитах Тиллика содержится  $Ta_2O_5$  0,02–0,03 %; 185 – **Лега Демби**, южная Эфиопия. Медно-полиметаллическое стратиформное, с возрастом 1,0–0,6 млрд, возможно, раннекембрийское; 186 – **Венеция** (Venetia), кимберлитовое поле на севере ЮАР близ границы с Зимбабве. 10 диатрем, из которых две алмазоносные. Возраст позднекембрийский (519 млн лет [36, с. 478]) или среднекембрийский (550 млн лет [38, с. 113]). Крупнейшая трубка дайкообразная, длиной до 1 км при ширине 70–150 м. Содержания алмазов 1 кар./т (указывают и 0,55 кар./т [36, с. 499]), цена, в среднем, 80 дол./кар. Годовая добыча достигает 5,6 млн карат; 187 – **Эль-Амар**, Саудовская Аравия. Си-полиметаллическое, с Au, в рифейско-кембрийском зеленокаменном поясе; 188 – **Джебел-Саид**, Саудовская Аравия. В зеленокаменном поясе венда-кембрия. Си-полиметаллическое, с Au, раннепалеозойское (?); 189 – **Вали Миялик**, Египет. Вулканогенно-гидротермальное марганцевое в нижнепалеозойских породах; 190 – **Халаиб**, Египет. Вулканогенно-гидротермальное марганцевое в нижнепалеозойских породах; 191 – **Талат-Нуаманн** (рудный район), Западный Анти-Атлас, Марокко. Стратиформное и жильное оруденение в породах нижнего кембрия. Халькопирит, блеклая руда, борнит образуют микролинзы (от 0,5 см и более), согласные со слоистостью, тяготеющие к обломочным разностям. Содержания меди – 1,8 %. В кальцитовых и кварцевых прожилках распространены алланит, виттихенит, молибденит; 192 – **Азегур**, между Марракешем и Агадиром, Высокий Атлас, Марокко. Меднорудные залежи в кембрийских тактитах, окремненных мергелях. Здесь же – кварцевые жилы до 1 км протяженностью с халькопиритом, вольфрамитом, молибденитом; 193 – **Таудени** (синеклиза), восточный склон щита Регибат, малийский сектор. Медные минералы (малахит, хризоколла, диоптаз, халькозин) на контакте кембрийских глинистых сланцев и известковистых песчаников с долеритами. Содержания меди – до 12 %; 194 – **Тимна**, Акабско-Сафахская зона, Восточно-Аравийская металлогеническая провинция. Южный Израиль. Из четырех меденосных горизонтов два – в кембрийских морских отложениях, два – в нубийских песчаниках палеозоя-мезозоя. Основные меднорудные залежи в формации Нехуштан, третьей снизу в разрезе морского кембрия, и в формации Михрот, завершающей разрез. Промышленный меденосный горизонт мощностью 4–8 м содержит меди до 2–2,4 %, запасы меди 1 млн т. В формации Михрот – конкреции халькозина, куприта, бирюзы, выделения планшеита (шаттукита)  $Cu_5(SiO_3)_4(OH)_2$ , бисбиита (цианотрихита)  $Cu_4Al_2[(OH)_{12}SO_4] \times 2 H_2O$ , диоптаза  $Cu_6[Si_6O_{18}] \times 6 H_2O$ , брошангита  $Cu_4[(OH)_6SO_4]$ ;  $P_2O_5$  до 32 %,  $MnO_2$  – до 80 %, свинец – до 3 %, барий – до 6 %, цинк – до 3 %, титан – до 5 %; 195 – **Вади Араба**, Иордания, Акабско-Сафахская металлогеническая зона. Минералы меди в нижних горизонтах мелководно-морской ниже-среднекембрийской толщи (чередование доломитов и песчаников); 196–197 – слабо метаморфизованные предордовикские рутил-лейкоксен-цирконовые россыпные месторождения с небольшими ресурсами, но значительными содержаниями, в том числе: 196 – **Туарегского** щита (Ахаггар), 197 – **Бетрок** на Мадагаскаре; 198 – **Эйр** (полуостров), Южная Австралия. Остаточные железные руды нижнего палеозоя (?); 199 – **Мунта**, байкалиды пояса Аделаида. Медное жильное в порфирах. Нижний палеозой (?); 200 – север **Трансантарктических гор**. Пегматитовые жилы с урановой минерализацией, сопровождавшие массивы гранитоидов нижнего палеозоя. Примыкающий участок – с россыпным проявлением минералов тория и редких элементов; 201 – **Земля Королевы Мод**. Тела пегматитов с бериллом, сподуменом, горным хрусталём. Возраст пегматитов (K-Ar, U-Pb) – 620–460 млн лет. В пегматитах центральной части Земли Королевы Мод – графит в виде крупных чешуек (2–3 см); 202 – **Горы Гумбольдта**. Более десяти пунктов с блоковыми пегматитами (кварц-полевошпатовые жилы) и горным хрусталем. Жилы имеют мощность до 1–3 м, прослежены на первые десятки метров. Кристаллы горного хрусталя 0,3–0,7 м; 203 – **Маунт Бэйлис**, Земля Эндерби, Антарктида. Дайка среднезернистых лампроитов с микроклином, калиевыми арфведсонитом и рихтеритом, флогопитом, цирконом мощностью до 5 м среди архейских фельзитов (430–413 млн лет, вторая половина силура); 204 – **Комбо**, Зимбабве. Кимберлитовое поле, образованное 6 трубками, из которых две алмазоносны. Раннеордовикский возраст (490 млн лет) доказан для диатремы **Колосс**; 205 – **Умм Нагат** (Umm Nagat), Восточная пустыня, Египет. Позднекембрийское танталовое среди литий-фтористых редкометалльных



гранитов [21, с. 129]; 206 – свинцово-цинковые и урановые руды восточной зоны каледонид Гренландии; 207–209 – Норвегия, каледонские медноколчеданные (по другим данным, гидротермальные), связанные с габбро, в том числе: 207 – **Сулихельма** (Сулительма), фюльке Нурланн (Nordland), 208 – **Лёккен**, фюльке Сёр Трённелаг (Sør Trondelag), юго-западной Тронхейма. Самое крупное и активно разрабатываемое, преимущественно пиритовое, 209 – **Рёрус** (Ророс), фюльке Сёр Трённелаг (Sør Trondelag); 210 – **Кнобен**, Южная Норвегия. Каледонское кварц-молибденитовое жильное, ассоциирующее с гранитоидами; Авока, Ирландия. Каледонское серноколчеданное; 211 – **Мурдохвиль**, Квебек, Канада. Крупное каледонское скарновое медно-молибденовое. Связано с гранитоидами (390 млн лет); 212 – **Тетфорд Майн**, Квебек, Канада. Каледонское асбеста, очень крупное. Связано с телами базитов-ультрабазитов; 213 – **Авока**, Ирландия. Крупное каледонское серноколчеданное; 214 – **Лексдаль** и рудник **Стордэ**, между г.г. Берген и Ставангер. Каледонское серноколчеданное, среди диабазов офиолитов. Считается результатом подводных морских биохимических процессов, возможно, при участии глубинных эсгалиций; 215 – **Ривьера** (Riviera), складчатый пояс Салдания, ЮАР. Раннепалеозойское скарновое молибден-вольфрамовое, в эндоконтакте гранитного купола [21, с. 119]; 216 – **Ранстад** (Ranstad), Швеция. Ванадий-молибден-урановое в позднекембрийских-раннесилурийских черных сланцах. Содержания в %: U – 0,03; Mo – 0,03; V<sub>2</sub>O<sub>5</sub> – 0,12 [21, с. 119]; 217 – **Луэш** (Луэше), пров. Киву, Заир. Карбонатиты верхнерифейские (прорваны долеритами с датами 0,6 млрд лет). Запасы 1,3 млн т пентоксида ниобия в латеритных корах выветривания, при среднем содержании 1,3 %. Имеются указание на возраст карбонатитов Заира и Руанды – 0,52–0,50 млрд лет (кембрий), в том числе 516 млн лет [36, с. 451]. По другим данным, он полихронный мезозойский [3, с. 53]; 218 – **Башкирский** мегаантиклинорий, осевая зона Камско-Бельского перикратонного прогиба. Алмазоносные лампрофиры (минетты) яндыкского дайкового комплекса венда-нижнего палеозоя Маярдакского антиклинория. Алмазоносные лампроиты мащакской свиты нижнего рифея Ямантаусского антиклинория; 219 – **Кентича** (Kenticha), Эфиопия. Позднепротерозойские сподумен-микроклин-альбитовые, микроклин-альбитовые пегматиты с танталом, ресурсы Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> оценены в 1,3 тыс. т [3]. В работе [21, с. 129] названы раннекембрийскими; 220 – **Абу-Даббаб** (Abu Dabbab), Восточная пустыня, Египет (25°21' с.ш., 34°33' в.д.). Оруденелые породы верхнего рифея (танталит, касситерит) близ контакта с высокощелочными литий-фтористыми редкометалльными гранитами. Венд ? [3]. В работе [21, с. 129] названо позднекембрийским (до начала ордовика). Ta, Nb, Sn; 221 – **Нувейби** (Nuweibi), Египет (25°11' с.ш., 34°29' в.д.). В позднепротерозойских альбититовых пегматоидных гранитах, содержит более 4 тыс. т Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> (содержание 0,0175 %) [3]. В работе [21, с. 129] названо позднекембрийским (до начала ордовика); 222 – **Македония**. Залежи стратиформных серноколчеданных руд северных районов, в связи с нижнепалеозойскими диабазами [7, с. 72]; 223 – **Кыллахское**, Южное Верхоянье. Кыллахское поднятие и примыкающая часть Сетте-Дабанского антиклинория. Нижне-среднекембрийская иниканская свита – на р. Акра пласт пиритизированных сапропелевых аргиллитов (0,33 м), выше – оруденелые углеродистые аргиллиты, прослойки фтанитов (2,5 м). Содержания в нижней части последнего: ванадия – 2,6–4,0 кг/т, молибдена – 50–82 г/т, серебра – 1–2,8 г/т, золота – 0,2 г/т [20, с. 347–349]; 224 – **Октябрьской Революции** (остров), архипелаг Северная Земля. Целестин в нижедевонских отложениях Железные руды в девонских костеносных терригенных и карбонатно-глинистых отложениях литорали [25, с. 63–65]; 225 – **Пезас-Золотокитатский** золоторудно-россыпной район, северо-запад Кузнецкого Алатау. Золоторудные скарны, метасоматиты, в связи с нижедевонскими штоками гранитоидов тельбесского комплекса – **Фёдоровско-Пезасское** рудное поле с золоторудным скарновым месторождением **Фёдоровско-Талановским**. Прогнозные ресурсы **Пезасского** узла определены по категории Р<sub>3</sub> в 328 т Au [41, с. 211]. Римскими цифрами обозначены историко-минерогенические провинции (эндогенный минерагенез): I – **Восточнолавертийская-Восточногренландская**; II – **Ирландско-Скандинавская**; III – **Уральско-Таримско-Южносибирская**; IV – **Восточносибирская**; V – **Восточноавстралийская**; VI – **Западнолавертийская**; VII – **Южноамериканская**; VIII – **Восточного Заира и Зимбабве**; IX – **Северо-Западной Африки**; X – **Юго-Западной Африки**; XI – **Северо-Восточной Африки**

Отечественные авторы к «раннему подэтапу каледонского этапа» (0,6–0,4 млрд лет) относят гигантские аккумуляции **Иберийского Пиритового пояса** Испании и Португалии, такие как **Рио Тинто** (Huelva) [1, с. 640]. Однако, по данным R. Sáez et al. [54], других испанских авторов, руды **Пояса** определено позднедевонские-раннекаменноугольные и будут характеризоваться в следующей статье, посвященной раннегерцинскому минерагенезу.

На экзогенный минерагенез раннего палеозоя оказало влияние изменение условий осадконакопления, резкое по сравнению даже с вендом. Наступило время прозрачной атмосферы, «без первичной густой газовой пелены» [35, с. 350]. Солнечная радиация стала впервые проникать в водные толщи на значительные глубины, а на суше участвовать в качестве важного агента в процессах выветривания горных пород. Одно из важнейших обстоятельств, влиявших на минерогенические особенности, – рас-

цвет фаунистических сообществ, возникших на Земле лишь в венде. В кембрии впервые и сразу же массово появились скелетные организмы (археоциаты, трилобиты, кишечнополостные и т. д.). Важным оказалось обилие живых существ с фосфатным скелетом: томмотид, хиолительминтов и т. д. В начале кембрия возникли 55 родов с фосфатной раковиной, из 475 новых Invertebrata. Доля родов, представители которых имели фосфатную раковину, оказалась в начале кембрия рекордной для всего неогей [44, с. 100]. Увеличение объемов специфической по составу биомассы способствовало накоплению огромных толщ фосфатов в самых разных регионах Мира.

Еще один эффект, связанный с высокой биопродуктивностью этапа, – распространение металлоносных углеродистых сланцев. В Южном Китае нижнекембрийские черные сланцы формации Niutitang и ее стратиграфических эквивалентов известны конседиментационными месторождениями минерального сырья многих видов. Это, как отмечается в литературе [53], крупнейшие в мире скопления барита **Shang Gongtang, Dahebian** на востоке пров. Гуньчжоу, самые большие в Китае месторождения фосфатов. В их разрезах встречены интервалы, обогащенные сульфидами, с очень высокими концентрациями Ni, Mo, V, Co, Cr, Au, U, As, Pb, Zn, Cu, Re, МПГ. Раннекембрийский осадочный бассейн **Пхеннамского** прогиба на севере Корейского полуострова с подобным же металлоносным горизонтом в основании оконтурен на площади более 20 тыс. км<sup>2</sup> [32].

В кембрии образовались залежи разнообразных солей на юго-западе Сибирской платформы, на Индостанском полуострове. В бассейне Персидского залива от венда-раннего кембрия осталась мощная соляная толща «Ормузских солей». Диапировые структуры, образованные этими солями, впоследствии оказались основными ловушками углеводородов в Месопотамском прогибе, известном месторождениями нефти и газа.

### 1. Историко-минерагенические провинции каледонского этапа – эндогенный минерагenez

Эксплуатация каледонских эндогенных месторождений очень важна для экономики Норвегии, Великобритании, Швеции, Канады, но особенно – Казахстана и, в меньшей степени, России (см. рис. 1). В ЮАР, где каледонские месторождения редкость, среднекембрийские диатремы поля Венедия обеспечивают добычу алмазов до 5,6 млн кар./год [38, с. 113]. Неравномерное распределение

эндогенных месторождений по площади континентов позволяет выделить историко-минерагенические провинции, или ИМП (см. рис. 1): I – Восточнолавертийскую-Восточногренландскую, II – Ирландско-Скандинавскую, III – Уральско-Таримско-Южносибирскую, IV – Восточносибирскую, V – Восточноавстралийскую, VI – Западнолавертийскую, VII – Южноамериканскую, VIII – Восточного Заира и Зимбабве, IX Северо-Западной Африки, X – Юго-Западной Африки, XI – Северо-Восточной Африки.

Вкратце охарактеризуем комплексы эндогенных полезных ископаемых, присущих каждой из провинций.

**I. Восточнолавертийская-Восточногренландская.** Минерагенический облик ИМП определяют очень крупные месторождения массивных сульфидов (рудный район **Bathurst Mining Camp**, провинция Нью Брансуик, Канада), асбеста (**Тетфорд Майн**, Квебек), небольшие, но многочисленные золото-мышьяково-сурьмяные в офиолитах – **Guitard Brook** на севере провинции Нью Брансуик, **West Gabbro Zone** (Au-As), **Middle River** (Au-As-Sb), **Tetagouche Property** (Au-Sb), **Caribou Road** (Sb-Au) и др. в пограничных районах США и Канады. Только в районе **Батерст** известны 47 крупных месторождений массивных сульфидов в среднеордовикских толщах группы Tetagouche. 39 основных имеют суммарные запасы более 500 млн т руды. В залежах **Brunswick N 12** до начала эксплуатации насчитывали 322 млн т руды с содержаниями 2,32 % Pb, 6,0 % Zn, 0,52 % Cu и 76,33 г/т Ag. К концу 2005 г. из месторождения ее извлекли 113 млн т (8,84 % Zn, 3,48 % Pb, 0,36 % Cu и 102 г/т Ag) [57].

Примером раннепалеозойских золото-мышьяковых скоплений, ассоциирующих с офиолитами, назовем **Guitard Brook**. Средние содержания золота по его лучшему пересечению – 2,84 г/т, ресурсы металла более 1,5 т [56]. Месторождения прочих типов преимущественно связаны с гранитоидами и для ИМП довольно экзотичны. К ним относят каледонские танталоносные пегматиты **Айлик** в Аппалачах США, пегматиты с церием (**Ролиане-хааб**, до 20 м мощности), ниобием и церием (**Нарсарсук**), крупные скарновые медно-молибденовые аккумуляции **Мурдохвилл**, Квебек.

На юге Гренландии дайки кимберлитов площади **Sisimint** локализованы в протерозойском подвижном поясе. Возраст кимберлитов по K-Ar соотношению – 550 млн лет (средний кембрий). От рифейских местных лампроитов они отлича-

ются составами оливинов и магнезиальностью. Объединяет формирование тел лампроитов и кимберлитов, интервалы внедрения которых разнесены почти на 700 млн лет, приуроченность к единому среднерифейскому Гардарскому палеорифту [23, с. 31, 32]

**II. Ирландско-Скандинавская ИМП** довольно схожа с предыдущей. В ее пределах на юго-востоке Финляндии обнаружены трубчатые тела каледонских кимберлитов: трубка 1 – 434 млн лет; трубки 5, 9, 10, 14 – 450 млн лет. В отличие от гренландских, кимберлиты Финляндии алмазоносны.

Известны некоторые каледонские массивы редкометалльных-редкоземельных карбонатитов Норвегии. Среди них выделяется **Фён** (590–565 млн лет), породы которого содержат вкрапленность пироксена. Его ресурсы  $Nb_2O_5$  составляют 1 тыс. т (0,2 %),  $TR_2O_3$  – 0,05 млн т (1,5 %),  $P_2O_5$  – 10 млн т (3 %), Fe – 10 млн т (30 %). Другой важный массив с минералами ниобия – **Альнё** (565 млн лет, ранний кембрий).

Многочисленны каледонские медноколчеданные аккумуляции, связанные с габбро Норвегии: **Сулихельма** (Сулительма) в фюльке Нурланн (Nordland); самое крупное, преимущественно притовое **Лёккен**, юго-западной Тронхейма; подобное же **Рёрус** (Ророс), там же; **Лексдаль** и рудник **Стордэ** между г.г. Берген и Ставангер. В Ирландии выделяется масштабами их аналог **Авока**. Из месторождений прочих типов отметим золотоносные кварцевые жилы и тела скарнов острова **Бёмлу**, Норвегия, локализованные на контакте габбро и «ликлинских офиолитов». Возраст осадочных бассейнов этого района силурийский (440 млн лет). На Шетландских островах промышленные содержания платиноидов встречены в хромит-сульфидных рудах среди каледонских офиолитов (**Пенроз**). В Армориканском массиве, Франция, каледонские металлоносные граниты месторождения **Монбеле** (550–540 млн лет, кембрий) содержат минералы W и Sn.

**III. Уральско-Таримско-Южносибирская ИМП** во многом соответствует очертаниям Урало-Монголо-Охотского суперпояса. В *Уральском сегменте* раннепалеозойские постордовикские щелочно-карбонатные метасоматиты с минералами Be, Nb, Ta, REE выявлены в верховьях рек Верхняя Турупья и Малая Тулаяня на восточном склоне Северного Урала, Республика Коми. Как показала О. V. Udoratina [55], наиболее минерализованы (гентгельвин  $Zn_8 [S_2(Be Si O_4)_6]$ , фергуссонит  $(Y,TR)(Nb,Ta)O_4$ , ильменорутит, бастнезит Ce [F,

$CO_3]$ , Fe-колумбит, Mn-колумбит) альбитизированные и силицифицированные породы. Танталониобаты образуют тонкую вкрапленность среди основной массы породообразующих и акцессорных минералов.

Коренные платинометалльные месторождения Уральского Платиноносного дунит-клинопироксенитового (габбро-перидотитового) пояса, локализованы в дунитовых ядрах плутонов Нижнетагильского, Светлый Бор, Каменуша, Гладкая Сопка, Денежкин Камень, Соловьевы Горы. К настоящему времени месторождения полностью выработаны. А. М. Дымкин, В. М. Чайка [7] вслед за И. К. Высоцким и А. Н. Заварицким считали эти тела силурийскими-девонскими. И. Г. Магакьян [24, с. 132] отметил завершение их формирования в ранний доскладчатый этап, то есть в раннем девоне. Б. И. Беневольский и др. [4, с. 37, 38] говорят о возрасте основных минералов габбро – 570 млн лет и более, что соответствует рубежу кембрия и венда.

Пояса с богатыми преимущественно раннепалеозойскими хромитами прослежены на 2200 км вдоль Главного Уральского разлома. Тела ультрамафитов до 5–8 км мощностью занимают площади до нескольких сотен км<sup>2</sup> каждый. Ультрамафиты гарцбургитовой ассоциации несут основные ресурсы обогащенных алюминием хромититов в виде обильно вкрапленных или массивных руд. Проявления в центральных и краевых частях массивов дунитов бедны и делаются более значительными в апофизах, где представлены вкрапленными хромитовыми рудами. Такова залежь 213 месторождения **Лекхоили** на северо-востоке массива Войкар Сыньин Полярного Урала. Согласно линзовидное рудное тело протяженностью до 0,5 км и мощностью до 39 м обнаружено в области выклинивания дунитов. Содержания  $Cr_2O_3$  до 50 %,  $Al_2O_3$  – до 17–19 % [49]. Раннедевонское (0,40–0,38 млрд лет) **Кемпирсайское** месторождение Северного Казахстана является крупнейшим в Мире для подвижных поясов. По Г. Г. Кравченко [50], его залежи содержат 294 млн т высококачественной руды, в то время как все запасы занимающей вторую строчку Турции только 34 млн т, следующих следом Филиппин – 29 млн т, России – 6,4 млн т, Греции – 6 млн т, Ирана – 5 млн т. Хромиты **Кемпирская** содержат 49–60 %  $Cr_2O_3$  и по этому признаку относятся к наиболее ценным. Их стоимость на мировом рынке максимальная – 140 долларов/т, тогда как за тонну турецких хромитов (37 %  $Cr_2O_3$ ) дают 85–90 долларов. В свое время здесь добывали хромитов

больше чем в южноафриканском **Бушвелде**. Так, в 1992 г. на рудниках **Кемпирсая** получено 3452,4 тыс. т хромитов, в 1993 г. – 2968,2 тыс. т, а **Бушвелд** дал только 3363,48 и 2826,65 тыс. т соответственно.

Силурийские и девонские плагиограниты ответственны за появление крупных скарновых месторождений Среднего Урала. Скарновые магнетитовые гиганты **Горы Высокой** и **Горы Благодать** сопряжены с нижнедевонским тагило-кушвинским комплексом габбро-сиенитов. Их возраст, по данным [5], 380–370 млн лет, что приближается к рубежу раннего и среднего девона.

Скопления плутоногенных титановых руд на Урале: **Качканарское**, **Гусовогорское**, **Первоуральское**, **Копанское** – находятся в южной части Платиноносного пояса, где связаны с ассоциацией дунитов-клинопироксенитов-габбро. Они нередко обогащены ванадием и относятся к природно легированным.

Залежи колчеданов широко распространены на Среднем и Южном Урале. Среднеуральские месторождения не только древнее южноуральских, но отличаются от них повышенной дислоцированностью вмещающих толщ. Самыми древними месторождениями массивных сульфидов считаются **Кабанское V** и **Левиха**, датированные 430–410 млн лет [5; 24, с. 132, 133]. Среди прочих назовем: силурийские **Ивановка**, **Дергамыш**, **Дегтярское** и др.

С нижнедевонскими спилито-кератофировыми формациями восточного склона на протяжении 300 км связано около 200 проявлений марганцевых руд, включая 23 месторождения. Пласты и линзы силикатных, с родонитом, бустомитом, браунитом, марганцевых руд до 10 м мощностью фациально переходят в яшмы и сланцы. Содержания марганца составляют до 30–35 % [7, с. 51–54].

В *каледонидах Казахстана* локализованы многие месторождения. Одно из них – раннепалеозойское ( $481 \pm 23$  млн лет) золотоносное медно-молибденовое порфиоровое **Бошекуль** (Bozshakol) – находится в 90 км западной г. Экисбастуза Павлодарской области. Прогнозные ресурсы только его элювиальной россыпи оценены в 26,6 т при среднем содержании 1,6 г/т Au. Другое показательное месторождение – **Майкаин** (Maikain) в Баян-Ульском районе Павлодарской области. Оно раннеордовикское, связанное с интрузиями тоналитов-гранодиоритов, медно-порфиоровое. Балансовые руды содержат: 2,3–2,53 г/т Au, 42,8–43,2 г/т Ag, 0,9–1,14 % Cu, 0,38–0,48 Pb %, 2,15–2,62 % Zn, 17,53–24,9 % бари-

та. Третий пример – позднеордовикское кварцевожильное (20 жил). **Степняк** в Степнякском районе, Кокшетауская область. Его жилы малосульфидные с вольфрамитом, шеелитом, пирролизитом и золотом. Среднее содержание золота 15–20 г/т [4].

На юге *Западной Сибири* каледонские месторождения хорошо известны. На северо-западе Кузнецкого Алатау (Алтае-Саянская складчатая область) А. И. Черных [41, с. 210, 211] выделил **Пезас-Золотокитатский** золоторудно-россыпной район. Коренными источниками золота являются нижнедевонские штоки гранитоидов тельбесского комплекса. В состав района входит **Фёдоровско-Пезасское** рудное поле с золоторудным скарновым месторождением **Фёдоровско-Талановским**. Его золото-березитовое оруденение контролирует серия даек. Тектонические зоны на юге рудного поля вмещают золото-лиственитовую и золото-сульфидную минерализацию, которую сопровождают проявления киновари, флюорита, барита, блёклых руд. Цитируемый автор полагает, что высокотемпературные скарны, среднетемпературные золотоносные березиты, более низкотемпературные золото-лиственитовая и золото-сульфидная минерализация представляют этапы развития единой рудообразующей системы.

На юге **Пезасского** узла (Малопезасский участок) золотую минерализацию контролируют разрывы, занятые раннедевонскими (?) березитизированными дайками диабазов. В этих метасоматитах обнаружены интервалы мощностью до 10–30 м с содержаниями 0,4–0,8 г/т Au, при том что в ряде проб концентрации благородного металла составляет 3–14 г/т. В зонах сульфидизации **Малопезасского** участка обнаружен 0,1–0,5 г/т Pt. К местному Пезасско-Белоосиповскому надвику приурочены золото-сульфидные и золото-лиственитовые проявления, локализованные в карбонатных породах. Содержания золота в отдельных пробах: 0,83 г/т на интервал 29 м (бороздовая проба); 3,8 г/т на 2 м мощности; 6,55 г/т (штуф). В сульфидизированных углеродистых известняках пезасской серии концентрации благородного металла составляют 0,2–1,34 г/т (интервалы 1–4 м), в штуфах – до 38,4 г/т. А. И. Черных справедливо увидел в строении района Пезасско-Белоосиповского надвига черты сходства с известным месторождением Карлин в Неваде [41, с. 211]. Прогнозные ресурсы Пезасского узла определены по категории  $P_3$  в 328 т Au.

В *Западном Саяне* с каледонскими массивами перидотит-габбро-плагиогранитной формации ассоциируют титаномagnetитовые со скандием мес-

торожения **Харловское, Патынское, Куль-Тайгинское**. На севере Западного Саяна (Хакассия) известно кембрийское пластовое и скарновое магнетитовое **Абаканское** месторождение с залежами среди кембрийских вулканогенных и осадочных толщ. Запасы магнетитовых руд – 128 млн т, в том числе до глубины 1,7 км – 80 млн т. Средние содержания железа – 41,5 %, серы – 2,36 %, фосфора – 0,19 в верхнем этаже и 0,7 % в нижнем.

В Саянах же обнаружены ордовикские-нижнесилурийские пегматиты и грейзены с редкими металлами в Саянах – месторождения **Каменка, Кольвань, Мульчиха**. На юго-западе Южно-Тувинского гипербазитового пояса открыты кембрийские (А. И. Кудрявцева, письменное сообщение) золотоносные родингиты **Агардага**, с которыми ассоциируют нефритоиды.

Из каледонских месторождений южных районов *Красноярского края* выделим волластонитовое **Окунёвское** в Сисим-Казырском синклинии. Его волластонитовые скарны образуют линзы протяженностью 30–350 м и мощностью 1–40 м в нижнекембрийских основных-средних вулканитах. Среднее содержание волластонита 70 %. Потенциальные ресурсы до глубины 100 м оценены в 1,5 млн т.

В *Забайкальском крае* (Удино-Витимская островодужная система) находится уникальное раннекембрийское колчеданно-полиметаллическое месторождение **Озёрное**. Залежи локализованы в останце образований контрастной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации, сохранившемся среди гранитоидов среднего палеозоя. Запасы свинца определены в 1,6 млн т (среднее содержание 1,2 %), цинка – 8,3 млн т (среднее содержание 6,2 %) [1, с. 214–218].

**IV. Восточносибирская ИМП.** В раннем палеозое формировались месторождения полезных ископаемых, связанные с весьма глубинными магматическими источниками: кимберлиты, в том числе высокопродуктивные, редкометалльно-редкоземельные, фосфатоносные карбонатиты. Кимберлиты большинства продуктивных тел ЯАП считаются позднедевонскими-раннекаменноугольными. Однако до половины радиологических определений для них отвечает различным временным интервалам кембрия, ордовика, силура. Поэтому полагают, что в раннепалеозойское время «предрудной подготовки», площади которой маркированы рифовыми постройками, формировались «скрытые зоны проницаемости, узлы мелкой тектонической трещиноватости, очаги объемного конседиментацион-

ного расширения, благоприятствовавшие доставке исключительно малых и дискретных порций кимберлитового вещества к дневной поверхности» [26]. Раннепалеозойскими оказываются уникальные по продуктивности кимберлиты **Накынского** поля: Rb-Sr соотношения для них уложились в интервал 444–449 млн лет [11].

Каледонские карбонатиты обнаружены в Сетте-Дабане. Наиболее известен **Горноозерский** массив – плутон центрального типа, локализованный среди алевролитов, аргиллитов, известняков лахандинской серии рифея. Он образован нефелиновыми и нефелин-содалитовыми сиенитами, а карбонатиты распространены преимущественно в обрамлении. Внедрение происходило многоактно в интервале 480–320 млн лет, то есть с конца ордовика до конца раннего карбона. Возраст пород ведущих петрографических типов, в млн лет: пироксениты (по апатиту, Pb-Pb) – 463, то же (K-Ar, по пироксену) – 312; нефелиновые сиениты центральной части (K-Ar) – 348; магматические карбонатиты (по флогопиту, K-Ar) – 387, то же (Rb-Sr) – 378; магнезиальные апокарбонатитовые скарны (по флогопитам, кальцитам) – 343±25. Флогопит-магнетит-apatит-кальцитовые карбонатиты южной части массива имеют возраст по слюде (K-Ar) – 410, 391 млн лет, прорывающие их нефелиновые сиениты (биотит, K-Ar) – 372 млн лет [19, с. 19–31, 104–109]. В фойдолитах, нефелиновых сиенитах и карбонатитах присутствуют пироксены с пониженными и повышенными содержаниями Ta, Th, Ta и стронциево-редкоземельные минералы. Минерализации нет во вмещающих рифейских известняках и в секущих массив диабазов с каменноугольным возрастом (311–310 млн лет). Руды апатит-пироксеновые и пироксено-гатчеттолитовые, иногда обогащены Ta, Th, TR, U. В первичном гатчеттолите может быть 6–10 % Nb<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 42–46 % Ta<sub>2</sub>O<sub>5</sub> [3, с. 38].

**V. Восточноавстралийская ИМП** – регион преимущественно золотого оруденения. В Лахланском каледонском складчатом поясе Нового Южного Уэльса есть целый ряд богатых золотоносных жильных месторождений: **Бендиго, Гилмор и Уогг, Дейлсфорд, Голден Плато, Вудс-Пойнт, Кобар, Розбери, Кью-Ривер**. Возраст жильной минерализации, согласно литературным данным [4, с. 116], – 417 млн лет (поздний силур). Месторождение **Бендиго**, штат Виктория, – одно из крупных плутоногенных гидротермальных. Его кварц-сульфидные седловидные жилы в замковых частях узких антиклиналей локализованы в полосе

разломов длиной 12 км при ширине до 3 км на площади 25 км × 5 км [43, с. 218–221]. Они тяготеют к сводам антиклиналей, прослежены на 0,6–2 км и образуют до 24 ярусов на изученную глубину 1385 м. Вмещают залежи силурийские песчаники с прослоями граптолитовых сланцев. Содержание золота 12–27 г/т.

ИМП известна гипогенными медными месторождениями. Одно из них – **Мунта** в байкалидах Аделаиды – представлено жильными залежами в штоке полевошпатовых порфиоров, занимающими площадь 14 × 8 км. Зона окисления содержала до 30 % меди, тогда как в жилах 2,2–3,3 % Cu, около 3,9 г/т Au, 4,8 г/т Ag. В соседнем месторождении **Веллеру** среди докембрийских пород добывали преимущественно вольфрамовую руду [43].

К раннепалеозойским относят небольшие месторождения золота Южного острова Новой Зеландии, локализованные среди преимущественно терригенных толщ кембрия и ордовика. Они образуют две группы на юго-западе и северо-востоке острова, удаленные друг от друга почти на 700 км: **Голден Блокс**, **Аорера**, **Маунт Оуэн** (север), **Инвинсибл** (юг) [43, с. 229, 240, 249]. Все рудные аккумуляции тяготеют к продольному разлому Хокамоэ (Альпийскому), по которому предполагают значительные горизонтальные перемещения.

**VI. Западнолаверентийская ИМП.** Раннепалеозойские кимберлиты известны в субпровинциях **Слейв** и **Колорадо-Вайоминг**. В первой древние кимберлиты локализованы по периферии одноименного кратона. Трубка **Drybones Bay** наиболее удалена от условного центра, которым считается оз. Лак-де-Гра. Она расположена у г. Йеллоунайф, в 300 км южнее этого озера. Возраст кимберлитов по цирконам – 441–485 млн лет, но есть и более поздняя дата – 270 млн лет (пермь). Кембрийский возраст также имеет другая периферическая диатрема **Kennedy-Lake** (трубка № 5034; 539 млн лет). Запасы руды последней оценены в 20 млн т, среднее содержание алмазов 2,5 кар./т [39, с. 315, 316]

За пределами основных кимберлитовых полей субпровинции Слейв находятся высокоалмазоносные дайки **Снэп Лейк** (Snap Lake). Их пиропы имеют рекордно высокие содержания  $\text{Cr}_2\text{O}_3$  – 17 %. Дайки Snap Lake на 90 % сложены гипабиссальным массивным порфировым кимберлитом. Часть вещества Северо-Западной дайки – автолитовая брекчия; здесь же присутствуют породы, промежуточные между кимберлитами и карбонатитами. Пироп и хромшпинелиды (62 % принадлежат ал-

мазной ассоциации) присутствуют в очень небольшом количестве. Ильменита почти нет [36, с. 315, 316]. В кимберлитовом районе «**Граница штатов**» (State Line District), субпровинция **Колорадо-Вайоминг**, известно примерно 40 раннепалеозойских трубок с датами около 0,4 млрд лет (**Слоан-1** – 380 млн лет, **Айрон Маунтин** – 408,4±2,6 млн лет). Здесь уже добыто около 15 тыс. каратов алмазов. В другом районе субпровинции **Iron Mountain**, в 170 км северней, кимберлиты имеют возраст 408,4±2,6 млн лет [36].

Каледонские массивы карбонатитов с пирохлором **Мак-Клур**, **Джем-Парк**, **Паудерхорн** обнаружены на юго-западе в субпровинции Колорадо и Арканзаса. **Паудерхорн** считают самым значительным: запасы пирохлоровых руд составляют 40 млн т при содержании пентоксида ниобия 0,25 % [3, с. 47, 110]. А. А. Фролов с соавторами [36, с. 333, 446, 450, 457] отнесли это месторождение к фосфорно-железо-титановой формации. Возраст массива, занимающего площадь 31 км<sup>2</sup>, – 579 млн лет. Соотношение объемов фаз «ультрабазиты»: «ийоциты»: «сиениты»: «карбонатиты», в %: 35:20:20:25. Карбонатиты существенно кальцит-доломит-анкеритовые. Близкая дата имеется и для небольшого (3 км<sup>2</sup>) массива **Джем Парк** – 551 млн лет. Особый экономический интерес представляют коры выветривания с телами бокситов в его пределах (ресурсы около 1 млн т). Оценены также ресурсы никеля и полиметаллов (все – по 1 млн т).

В Западно-Канадской субпровинции раннедевонским (390 млн лет) считается карбонатитовый массив **Айс Ривер** (25 км<sup>2</sup>). Руды его монацит-пирохлоровые, с бастнезитом [3, с. 37; 36, с. 446, 450, 457, 461]. В штатах Орегон, Калифорния среди серпентинизированных гарцбургитов **гор Котмиат**, **Береговых хребтов**, **Сьерры-Невады** выявлены хромиты. Содержания платиноидов в них невелики (платины, например, только 0,2 мг/т) [4, с. 36, 37].

**VII. Южноамериканская ИМП.** Древнейшие месторождения складчатого пояса Анд наблюдаются в немногих эрозионных окнах. В «Железном четырехугольнике» штата Минас Жераис Бразилии металлоносные пегматиты связаны с гранитами, датированными 550–450 млн лет (кембрий-ордовик). Граниты содержат (%): кварц (25–43), калиевый полевой шпат (25–33), олигоклаз (16–31), до 2 % белой слюды и до 7 % биотита. Они метасоматически замещают кварц-аркозовые отложения слоев Караса и Пирасикаба серии Минас (рифейский альгонкский комплекс). Определения радиоизотопного возраста для пегматитовых полей,

расположенных южнее, юго-восточней и юго-западной столицы штата г. Белу Оризонте (млн лет): 926, 749, 603, 498, 395, 340. Более надежны даты по ураниниту: 520 и 510 млн лет, отвечающие позднему кембрию. Известна и калий-аргоновая дата для гранитов приатлантического побережья у г. Рио-де-Жанейро – 490 млн лет. К значению 500 млн лет тяготеют определения, выполненные для пегматитов плато на северо-востоке Бразилии, хотя максимальная цифра там составляет 780 млн лет. В пегматитах **Борборема** (часть штатов Риу Гранди ду Норте, Пернамбуку и Параиба) сосредоточены крупнейшие запасы Ва, Ве, Li. Граниты самого южного штата Риу Гранди ду Сул, выходящие между Касапава и Лаврас, имеют возраст 506 млн лет. Подобные граниты с центрической (овоидной) структурой рапакиви здесь содержат в качестве аксессуаров 0,9 % сфена, 0,2 % апатита+циркона, 0,1 % флюорита.

В районе **Сан Хосе де Гуавьяре**, центральная и восточная Колумбия, биотитовые граниты датированы по биотиту (К-Аг) – 495–445 млн лет. С ними, возможно, связаны пегматиты восточно-колумбийского департамента **Сантандер** (правый берег р. Магдалена, г. Букараманга), содержащие берилл и колумбит.

На стыке Чили, Боливии, Аргентины известна «провинция **Агиляр**» с проявлениями меди и полиметаллическими, содержащими серебро, в кембрий-ордовикских метаморфитах. Оруденение предполагается метаморфогенным и осадочно-сингенетическим. В районе **Сьерра ла Веласко**, пров. Ла Риоха, Аргентина, пегматиты с Ве ассоциируют со светлорозовыми биотит-роговообманковыми гранитами. Возраст для уранинитов рудника **Сан Виторио** 385 млн лет, примерный рубеж раннего и среднего девона [17, с. 71, 72, 88, 210].

**VIII. ИМП Восточного Заира и Зимбабве.** На границе ЮАР и Зимбабве в позднеархейском зеленокаменном поясе Лимпопо, разделившим Каапваальский и Зимбабвийский кратоны, эксплуатируется кимберлитовое поле **Венеция**. Оно включает десять диатрем, из которых две алмазоносные, локализованные среди метаморфитов комплекса Бейтбридж. Возраст кимберлитов – позднекембрийский (519 млн лет [36, с. 478]) или среднекембрийский (550 млн лет [38, с. 113]). Крупнейшая трубка дайкообразная, длиной до 1 км при ширине 70–150 м. Содержания алмазов составляют 1 кар./т (указывают и 0,55 кар./т [36, с. 499]), цена, в среднем, 80 дол./кар. Годовая добыча достигает 5,6 млн карат.

В Зимбабве давно известно кимберлитовое поле **Комбо**, образованное 6 трубками, из которых две алмазоносны. Раннеордовикский возраст (490 млн лет) доказан для диатремы **Колосс**. Трубка имеет длину 900 м при ширине 500 м и занимает площадь 35 га. Эта древняя трубка нацело сложена порфиоровыми кимберлитами. Содержание в ней алмазов невелико – 0,1 кар./т, но она вместе с силлом **Весельс** (35 км к СВ от г. Буловайо) эксплуатировалась в 1907–1912 г.г. Еще одна кембрийская (530–550 млн лет) трубка **Ривер Ранч** обнаружена компанией Де Бирс в 1970-х годах в Зимбабве у границы с ЮАР и в 50 км северней поля **Венеция**. Трубка промышленно алмазоносна, практически не содержит пикроильменитов при высоком содержании хромшпинелидов. Разведанные запасы руды составили до глубины 150 м 17,5 млн т. Компанией Reunion Mining здесь найдены несколько кристаллов алмаза массой от 15 до 75 каратов, в том числе камни почти чистой воды [36, с. 474, 490, 482, 487; 38, с. 142, 143]. В последнее время опубликованы интересные данные об алмазоносной среднекембрийской трубке **Сиз**, Зимбабве [15]. Ее возраст по слюде определен  $538 \pm 11$  млн лет. Алмазы трубки разновозрастны. Некоторые из них появились одновременно с образованием диатремы (дата по К-Аг соотношению –  $538 \pm 11$  млн лет), другие – позднерифейские,  $892 \pm 21$  млн лет.

Очень крупное карбонатитовое месторождение **Луэш** (Луэше) эксплуатируют в пров. Киву, Заир. Здесь подсчитаны запасы 1,3 млн т  $Nb_2O_5$  только в латеритных корах выветривания, при среднем содержании 1,3 %. Датированы карбонатиты не вполне надежно. Иногда отмечают, что массив прорван долеритами с датами 0,6 млрд лет, указывают общий возраст карбонатитов Заира и Руанды – 0,52–0,50 млрд лет (кембрий), определяют его полихронным мезозойским [3, с. 53]. В самой поздней работе приведен возраст карбонатитов Луэш – 516 млн лет [36, с. 451]. Из прочих показательных раннепалеозойских месторождений провинции выделим танталоносные пегматиты **Ниабембе** и **Чонка Ниабези**, Заир (0,6–0,5 млрд лет), а также **Кипуши**, медно-полиметаллическое, с Ge и Cd, в заирской провинции Шаба.

**IX. ИМП Северо-Западной Африки.** В марокканском сегменте провинции (западная часть Анти-Атласа) очень заметен рудный район **Талат-Нуаманн**. Стратиформное и жильное оруденение здесь развито в породах нижнего кембрия. Халькопирит, блеклая руда, борнит образуют микролинзы (от 0,5 см и более), согласные со слоистостью, но тя-

готеющие к обломочным разностям. Содержание меди – 1,8 %. В кальцитовых и кварцевых прожилках распространены алланит, виттихенит, молибденит. Другое показательное месторождение сектора – вулканогенно-гидротермальное марганцевое **Глиб-эн-Нам**, с залежами в нижнепалеозойских породах.

В секторе Ахаггар (Туарегском) распространены кембрийские «граниты таурит». Они содержат богатые рудные залежи оловянных, вольфрамовых руд, время возникновения которых относится к началу палеозоя. В рудном районе **Таманрассет** минералы олова и вольфрама наблюдаются в кварцевых жилах и грейзенах, риолитах (**Эль Курусса**). В нижних частях жил распространены вольфрамит, халькопирит, пирротин, пирит, в верхних – касситерит. На месторождениях **Ханаана**, **Хананер** близ контактов жил встречен обильный цинквалдит  $KLiFe^{2+}Al[(F, OH)_2][Al_3Si_3O_{10}]$ . В рудном районе **Лауни** разведаны вольфрамовое месторождение **Нахда** (б. Ренессанс) и ряд соседних точек с минерализацией Li, Be, W. Подсчитанные запасы окиси-закуси вольфрама составляют около 20 тыс. т. С танталовыми гранитами ассоциируют месторождения **Тиллик**, **Гексагон**, **Титенир**. В сильно выветрелых гранитах **Тиллика** содержания  $Ta_2O_5$  составляют 0,02–0,03 %. В районе **Лауни** в грейзенах обычно нет касситерита, зато отмечен берилл [40].

**Х. ИМП Юго-западной Африки.** Месторождения провинции во многом уникальны. Мелкозернистые ураноносные пегматиты, не имеющие аналогов ни по возрасту, ни по типу, в Африке разрабатывают в пределах рудного поля **Россинг**, Намибия. Тонкий уранинит с размером зерен менее 300 мкм тяготеет к обогащенным биотитом участкам ветвящихся жил, расщепленных мраморы и сланцы рифея. Возраст руд 0,55 млрд лет (кембрий). **Россинг** – единственное пегматитовое месторождение урана, эксплуатируемое на континенте [29, с. 271].

Рудный район **Цумеб** на севере (северная Намибия) выше уже упоминался. В него входят месторождения: собственно **Цумеб**, кембрийское (?) гидротермальное медно-свинцово-цинковое с германием и галлием; **Комбат**, медно-свинцовое; **Берг Аукас**, свинцово-цинковое. Большая часть руд обнаружена в тонкослоистых доломитах подъяруса Верхний Цунуб. В обрамлении рудного тела присутствует порода, состоящая из кварца и полевого шпата, которую долго считали аплитом. Позднее было показано, что это аркозы вышележащей верх-

нерифейской серии Мульд. Они попали на нижние гипсометрические уровни, заполнив русло карстового потока в доломитах. Таким образом «аплит» превратился в псевдоаплит. Само рудное тело в общих очертаниях столбообразное. До глубины 600 м оно выглядит как согласная залежь, падает на юг, но ниже меняет направление падения на северное и становится несогласным. Собственно сульфиды замещают доломит и псевдоаплит, образуют оболочку вокруг блоков псевдоаплита. В собственно рудном теле массивные руды имеют максимальное сечение на горизонте 728 м. По форме это эллипс с осями 76 м и 138 м. В массивной и вкрапленной руде (галенит, сфалерит, блеклые руды, борнит, халькопирит и т. д.) присутствуют германит  $Cu_3(Fe, Ge)S_4$  и реньерит  $(Cu, Fe)_3(Fe, Ge)S_4$ . Минералы выделялись в последовательности: пирит – германит, борнит, энаргит – сфалерит – теннантит – галлит, халькопирит – реньерит – неодигенит, галенит. Германит – один из наиболее ранних минералов Цумеба. В товарной руде содержится 0,0175 % германия.

На месторождении известны две зоны окисления: поверхностная и «вторая окисленная» на глубине ниже 880 м. Последнюю связывают с карстовыми явлениями, образованием подземными водами полостей, в том числе и на контакте с рудным телом, куда поступал кислород с поверхности. Генезис месторождения считают мезотермальным, гидротермально-метасоматическим, но многих смущает отсутствие явных источников германия поблизости [16].

Еще один рудный район – **Витвлей**, – находится в Центральной Намибии (площадь  $450 \times 150$  км). Его главные, преимущественно меднорудные, месторождения: **Аджихейс** (2,4 % Cu, 0,76 % Zn, 0,76 г/т Au, 7,25 г/т Ag, 22,3 % Fe, с общими запасами руд 23 млн т); **Витвлей** (1,9 % Cu, запасы руды до 7 млн т); **Клейн Ауб** (3 % Cu, запасы 0,2 млн т, добывается Ag); **Матчлес** (1,5–2,0 % Cu, запасы руды 1,5 млн т) [27].

**XI. ИМП Северо-Восточной Африки.** Месторождения сподумен-микроклин-альбитовых, микроклин-альбитовых пегматитов с танталом, района **Кентича** (Kenticha), Эфиопия, в работе [3] названы позднепротерозойскими. Другие исследователи их считают раннекембрийскими [21, с. 129]. Ресурсы  $Ta_2O_5$  их оценены в 1,3 тыс. т.

В северо-западных районах Саудовской Аравии среди образований вендско-раннекембрийских зеленокаменных поясов известны месторождения золотоносных медно-полиметаллических руд **Эль-**



Амар и Джебель-Саид, возможно, раннепалеозойские [4, с. 97].

## 2. Историко-минерагенические провинции каледонского этапа – экзогенный минерагенез

В кембрии на Земле сформировались (или закончили начатое в венде формирование) гигантские месторождения фосфоритов Казахстана, Монголии, КНР, синеклизы Вольта в Западной Африке, южной Сибири, Австралии. Известно более ста крупных месторождений и проявлений осадочных фосфатов верхнего протерозоя и кембрия, большинство которых возникло в интервале 590–550 млн лет (фосфатонакопление прекратилось на рубеже около 540 млн лет) [22, с. 38, 44]. Скопления марганца, связанные с кембрийскими породами, распространены в Кузнецком Алатау, ванадия – в Казахстане.

Ордовикский период оставил в Эстонии, Казахстане, Восточной Сибири новые залежи фосфоритов. Осадочные месторождения марганца и железа Западной Европы, Северной Америки, Китая, Казахстана оказались приуроченными к вулканогенно-кремни-стым отложениям. В начале ландейльского века среднего ордовика у деревни **Кукерс**, Эстония, накопились глинисто-известковистые осадки с огромным количеством сине-зеленых водорослей *Gloeocapsomorpha prisca*, весьма похожих на современных *Gloeocapsa*. Они со временем превратились в залежи лучших в мире горючих сланцев-кукерситов с содержанием органического вещества до 75 %.

В силурийский период возникли месторождения марганца и фосфоритов в кремнистых толщах Средней Азии и Урала. Отложения самого нижнего лландоверийского яруса штатов Алабама и Нью-Йорк содержат богатые гематитовые руды. Хорошо известны залежи силурийских гипсов, ангидритов. Каменные соли широко распространены в бассейне Великих Озер на Северо-Американском континенте. Полагают, что основной газопроизводящей средой, генерировавшей углеводороды для пермо-триасового комплекса платформы Фарс, юго-западный Иран, были нижнесилурийские граптолитовые сланцы.

Наконец, нижнедевонские осадочные толщи содержат огромные ресурсы стратиформных полиметаллических руд Новой Земли (рис. 2).

Для экзогенных месторождений полезных ископаемых выделены несколько историко-минерагенических провинций (см. рис. 2), в том числе: I – Западноевропейская, II – Уральско-Центральноазиатско-Приморская (сегменты IIa – Уральский, IIб – Казахстанский-Центральноазиатский, IIв – Ту-

винско-Саянский, IIг – Приморский), III – Перивосточносибирская, IV – Китайско-Корейская, V – Западнолавертийская, VI – Аппалачская, VII – Центральноавстралийская, VIII – Западноафриканская.

Охарактеризуем их несколько подробнее.

I. **Западноевропейская ИМП.** Оолитовые железные руды ордовика и других подразделений раннего палеозоя принадлежат гематит-лептохлорит-сидеритовой формации тюрингского типа. Они накапливались в 150–210 км от береговой линии в окраинных морях с вулканогенными дугами и широко представлены в Тюрингии, Португалии, Франции, Чехии и других регионах. Часть железорудных залежей осадочного генезиса Нормандии, Тюрингии, Богемии – нижнесилурийская. На многочисленных месторождениях Нормандии и Бретани (Армориканский срединный массив) железорудные залежи обнаруживают не только среди пород ордовика, но и в нижнедевонской части разреза. Гематитовые месторождения на западе Македонии считают эксгалиционно-осадочными. Их связывают с нижнепалеозойскими диабазами, бывшими источником железа [24, с. 72, 165, 221].

Вулканогенно-осадочные руды Чехии и Уэльса локализованы в ранних геосинклинальных прогибах. Граувакки и вулканиты здесь чередуются с вулканогенно-осадочными рудными пластами с возрастом 0,5–0,4 млрд лет [7, с. 35]. Мощность отложений ордовика, вмещающих руды в Чехии, составляет 1,4–2 км, в районе между Прагой и Берроуном – до 2,5 км. Породы самого нижнего яруса ордовика – тремадокского – с разрывом залегают на орогенной молассе кембрия. Несмотря на то что подводный пикрит-диабазовый вулканизм в этом районе Чехии продолжался весь ордовик, его максимум пришелся на конец аренига и начало ландейло [34, с. 69, 70]. Из прочих экзогенных месторождений провинции особо отметим среднеордовикские (ландейло) аккумуляции горючих сланцев-кукерситов Восточной Эстонии, результат захоронения в глинисто-известковистых осадках остатков сине-зеленых водорослей *Gloeocapsomorpha prisca*.

Большое экономическое значение имеют рудные аккумуляции, связанные с черносланцевыми формациями. Таков рудный район **Дюрику Бейру** (**Dúrico-Beirão**) на севере Португалии с золото-сурьмяными и золото-мышьяковыми залежами в «чёрных слоях» нижнего ордовика месторождений: **Banjas** (Au-As), **Moirama** (Au-As), **Ribeiro da Igreja** (Sb-Au), **Vale do Inferno** (Sb-Au), **Ribeiro da**

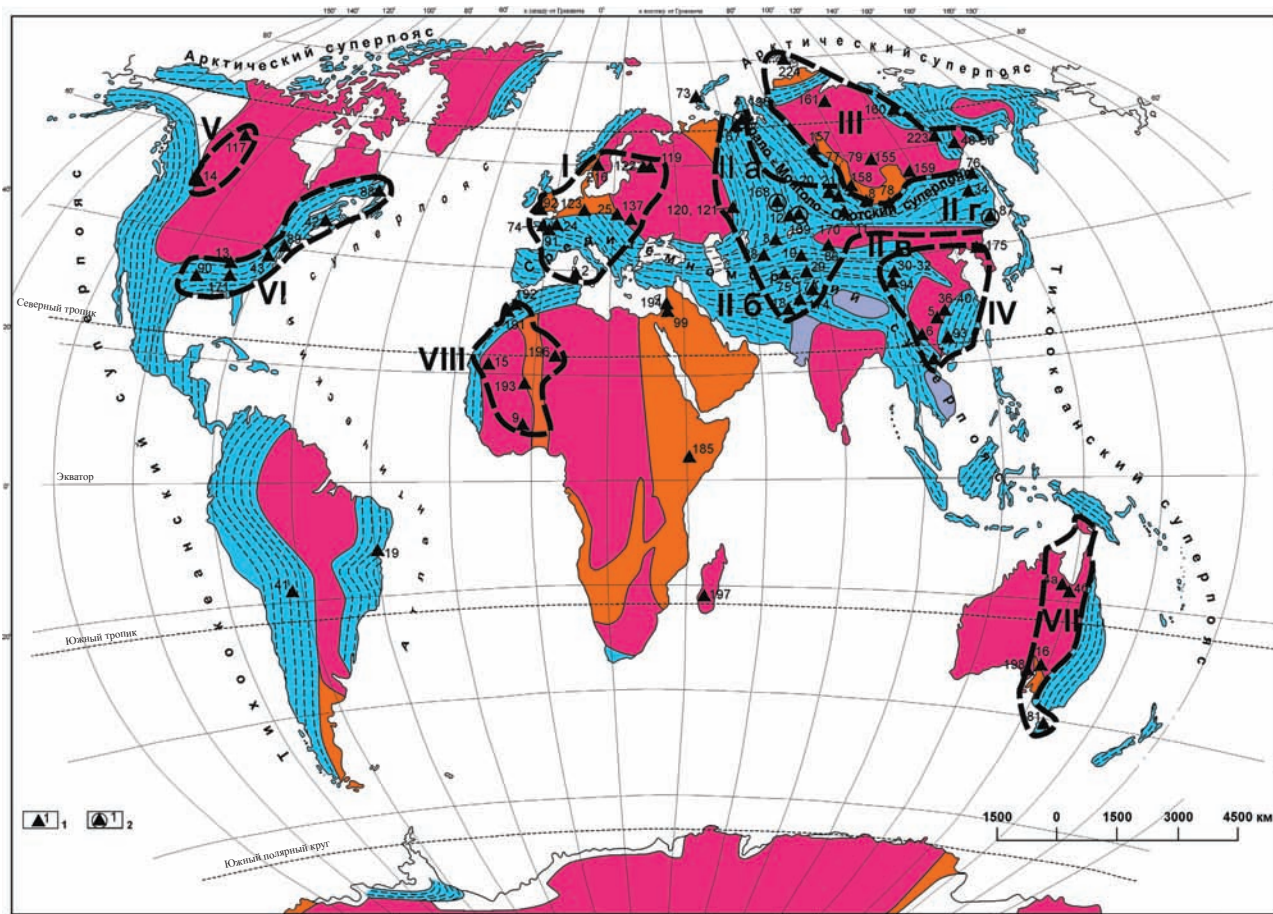


Рис. 2. Каледонские (кембрий-ранний девон, 570–400 млн лет) месторождения и историко-минерогенические провинции континентов (экзогенный минерогенез). С использованием в качестве основы схемы В. Е. Хаина и М. В. Муратова, модифицировано. 1–2 – экзогенные месторождения, в т. ч.: 1 – железные, марганцевые руды, медистые песчаники, каолины, титан-циркониевые россыпи, 2 – бокситы. Остальные условные обозначения см. рис. 1. Римскими цифрами обозначены провинции: I – Западноевропейская, II – Уральско-Центральноазиатско-Приморская (сегменты Па – Уральский, Пб – Центральноазиатский, Пв – Тувинско-Саянский, Пг – Приморский), III – Первосточносибирская, IV – Китайско-Корейская, V – Западнолавертийская, VI – Аппалачская, VII – Центральноавстралийская, VIII – Западноафриканская

**Estivada (Pb-Zn-Ag), Serra de Pias, Serra das Banjas (Au-As) [45].** Весьма схожи с ними по возрасту и составу месторождения района **Клеча-Радомице (Klecza-Radomice)**, юго-западная Польша. Золоторудные жильные тела там распространены в черных сланцах (графита до более 70 объём. %) ордовика-силура свиты Pilchowice, комплекс Kaszawa. Силурийские кварц-графитовые сланцы в зальбандах сульфидных залежей содержат 50–493 мг/т Au [52]. В Уэльсе золотоносные пиритизированные сланцы (турбидиты) силура-ордовика на месторождении **Долаукоти (Dolaucothi)** вмещают соскладчатые кварцевые залежи до 6 м мощностью с возрастом 410–390 млн лет. Золотины (15–30 мкм), включены в зерна пирита и аренопирита, ассоциирующих с

графитом [4, с. 111]. В Центральной Сардинии стратиформная Cu-Zn-Pb минерализация образует в силурийских черных сланцах небольшие линзы богатых руд, состоящих из нескольких сульфидов. Линзы несут явные признаки конседиментационного происхождения: гравитационное распределение вещества, следы оползневых явлений, диагенетическую трещиноватость [46].

Не вполне типичны для провинции раннепалеозойские медистые песчаники и россыпи. Как исключение упомянем проявления окисно-карбонатно-сульфидной медной минерализации Приднепровья в нижнедевонских аллювиально-дельтовых пестроокрашенных отложениях мощностью 450–500 м (**Иване Злоте, Устечко, Михальче,**

**Семаковцы**). Россыпи минералов Ti и Zr в песчаниках, начинающих разрез нижнего палеозоя, встречаются на Армориканском массиве. В Ленинградской области кембрийские-ордовикские титанциркониевые россыпные проявления прослежены в полосе протяженностью 300 км. На северо-востоке области рудоносны песчаники: нижнекембрийские глауконитовые (**Люкатин, Тискрес**), среднекембрийские тонкие кварцевые со следами ряби (**Саблино**), верхнекембрийские тонкие кварцевые с катунами глины (**Ладога**, западней – **Ламошка**), грубо- и среднезернистые кварцевые с раковинным детритом (**Тосно**, под ордовикскими черными сланцами) [51].

II. **Уральско-Центральноазиатско-Приморская ИМП** объединена приуроченностью к единому Урало-Монголо-Охотскому подвижному суперпоясу. Она отчетливо распадается на сегменты-субпровинции: Уральскую, Казахстанскую-Центральноазиатскую, Тувинско-Саянскую, Приморскую. Для севера Уральского сегмента характерны стратиформные залежи барит-полиметаллических руд месторождений **Саурей, Орангское** и фосфатного **Софроновского** в углеродисто-терригенно-карбонатных породах нижнего-среднего ордовика (депрессия Талото-Пойпудын Полярного Урала). Залежи месторождения **Саурей** (рудоносные черные сланцы ниже-среднеордовикской малопайпыдынской свиты) ассоциируют с кварц-альбитовыми метасоматитами, несущими богатую сульфидно-полиметаллическую минерализацию: 5,8 % Pb (до 28 %), 0,3 % Zn (до 2 %), 9,8 % барита (до 20 %). Встречены благородные металлы (г/т): Ag – 30 (до 400), Au – 0,1–0,9, Pd – 0,2–3,7, Pt – 0,03–0,06, Ir – 0,02–0,05, Rh – 0,06–0,13, Ru – 0,03–0,2. Основными рудными являются сульфиды свинца и цинка, а также некоторые сульфиды железа и меди [48]. На севере о. Южный Новой Земли выделен **Безымянский** рудный узел с рудными полями **Павловским, Северным, Перевальным**. Стратиформные залежи полиметаллов, обнаруженные в породах нижнего девона, содержат 6 млн т свинца и цинка до глубины 50 м, по геологическим данным, и до 40 млн т до глубины 200 м, по данным геофизическим [8, с. 318].

На Полярном Урале медистые песчаники в разрезе манитаньрдской свиты нижнего ордовика протянулись меридиональной полосой шириной 30–40 км на 600 км между Байдарацкой губой Карского моря и 62-й параллелью. Это медепроявления **Малюджское, Подьягинское, Саурипейское** в песчаных дельтовых отложениях, **Косьюнское** – в

заливных и лагунных песчаниках и сланцах, **Байдарацкое** – в морских песчаниках и сланцах. В залежах наблюдается вертикальная минеральная зональность. Снизу вверх преобладающий халькозин сначала сменяется борнитом и халькопиритом, а затем халькопиритом и пиритом. В верхах рудного горизонта появляются галенит и сфалерит [27]. Интересно по своему географическому положению проявление **Малдынырд** Приполярного Урала, в котором высокоглиноземистые породы в составе алькесвожской свиты кембрия-нижнего ордовика содержат предположительно первичноосадочные диаспор и бёмит [33, с. 289–293]. Диаспор-каолинитовые бокситы встречаются и среди ордовикских известняков Казахстана: на оз. **Терсколь**, в **Прибалхашском** железорудном районе (**Керегетас, Кзыл-Эспе**). Эти данные должны быть учтены при реконструкции климатической зональности орловского периода. Самыми восточными в ИМП оказываются раннекембрийские бокситы у г. **Спаска**, Приморский край.

В **Прибалхашском** железорудном районе известны проявления железных руд (**Жиндау, Итбас, Калмакжактан I и II, Карашат, Сузыскара**), относимые к формации железистых кварцитов. Они распространены среди яшмокварцитов кызыкской свиты среднего ордовика Кызык-Итмурундинского антиклинория. Эксгальционно-осадочные гематитовые руды мощностью 15–60 м встречаются также среди девонских кварцитов, порфириров, кремнистых сланцев [6, с. 329]. Эти данные интересны потому, что полосчатую железорудную формацию (ПЖФ) часто считают исключительным явлением нижнего докембрия. В такой связи уместно упомянуть уникальные, хотя и не очень крупные месторождения ПЖФ в разрезах нижнего палеозоя российского Дальнего Востока (Еврейская автономная область, Приморье, восточная часть Хабаровского края). Все они входят в **Мало-Хинганский** железорудный район (площадь 3 тыс. км<sup>2</sup>). Его залегающие трансгрессивно нижнекембрийские отложения представлены рудоносной свитой, серицит-кремнистыми сланцами, известняками, а перекрыты условно верхнедевонскими конгломератами, углито-кремнистыми сланцами, известняками. Серицит-кремнистые, иногда глинистые и углистые, сланцы рудоносной свиты содержат прослои джеспилитов, в лежачем боку – марганцевые руды. Совмещение железорудных и марганцеворудных первично осадочных образований характерно особенно для юга района. Пласты железистых кварцитов прослежены по простиранию на 50 км. Их мощность меняется от первых

метров до 40–50 м, содержания железа составляют в среднем 30–40 %. Неокисленные руды **Кимканского** месторождения содержат: около 35 % Fe, 39 % SiO<sub>2</sub>, 0,08 % S (Западный участок), 0,238 % S (Центральный участок), 0,21 % P, 0,64 % Mn, 0,9–2,9 % MgO, 1,5–2 % CaO (до 5 %). Окисленные руды несколько богаче железом: 35,7 % на Западном участке, 36,2 % на Центральном участке. Запасы руды по состоянию на 1 января 1956 г. были определены в 187,6 млн т, в том числе окисленных 24,6 млн т. Забалансовыми считали блоки со средним содержанием менее 33 % железа [9, с. 306–311].

Марганцевые месторождения наблюдаются на всем протяжении ИМП. В Казахстане они вулканогенно-осадочные в дислоцированных кремнисто-терригенных образованиях нижнего ордовика (**Жаксы, Тасоба, Жюнжен**). Браунитовые руды содержат 23–27 % Mn [6, с. 375]. В Зеревшанском хребте (**Тахта-Карача**) марганценонакопление связано с «отдаленными эксгалационными осадочными формациями» верхнего силура. Залежи выявлены среди кремнисто-карбонатных толщ с частицами тефры, слоями лав и туфов [7, с. 51–54]. В Горной Шории известно **Мазульское** марганцевое месторождение, первично осадочные руды которого формировались в позднем кембрии [1, с. 62]. **Усинское** месторождение силикатных руд марганца в Кузнецком Алатау, Западная Сибирь, локализовано в нижнекембрийских карбонатных толщах [7, с. 51–54]. На самом востоке ИМП в **Удско-Шантарском** осадочном бассейне среди спилитов и яшм кембрия встречены горизонты гидротермально-осадочных браунитовых, гаусманитовых, гаусманит-родохрозит-родонитовых руд. Самым важным признано **Ир-Намийское** месторождение. Здесь же присутствуют гематитовые, магнетит-гематитовые, магнетит-лептохлоритовые залежи. Пик железорудного образования в Удско-Шантарском бассейне пришелся на нижний девон. Среди кембрийских микрокварцитов и карбонатных пород распространены небольшие месторождения прожилково-брекчиевых фосфоритов, накопившихся на поднятиях [30, с. 209–211].

Из прочих важных экзогенных аккумуляций ИМП выделим раннекембрийские фосфоритовые – Северной Монголии (**Хубсугул**), Тянь-Шаня, Алтае-Саянской области, Центрального Казахстана (**Агасу, Шидерты**).

**III. Перивосточносибирская ИМП.** Раннепалеозойские экзогенные месторождения широко распространены по периферии Сибирской плат-

формы. Прежде всего, отметим огромные скопления калийно-магниевых солей раннекембрийского **Непско-Гажинского** бассейна в верховьях Ангары и Лены, возможно, крупнейшие в мире. В пределах **Непского** месторождения калийные соли приурочены к гажинской пачке (нижняя часть разреза нижнекембрийской ангарской свиты) общей мощностью 250–300 м. Разрез ее (снизу вверх): ангидриты; каменные соли; калийные соли мощностью 30–150 м; каменные соли; ангидриты. Ресурсы K<sub>2</sub>O оценены в 13,5 млрд т, карналлитовых руд – 450 млрд т, сильвинитовых – 70 млрд т [2, с. 405–407]. Среди аккумуляций прочих типов выделим стратиформные медистых песчаников и полиметаллические. Только в Приангарской зоне известно около 200 медепроявлений в отложениях от нижнего кембрия до нижнего ордовика. Нижнекембрийские они в Присаянье, а в Прибайкалье наблюдаются в разрезах среднего-верхнего кембрия, нижнего-среднего ордовика. Силурийские медистые песчаники прослежены в Приверхоянье от хребта Сетте-Дабан до устья Лены. У западной границы Анабарского щита залежи нижнеордовикские, на периферии Алданского щита отнесены ко всем трем отделам кембрия и нижнему отделу ордовика. На крайнем востоке ИМП в породах юдомской свиты венда с возрастом границ 675±25 и 570±10 млн лет разведан полиметаллический гигант **Сардана**. В хребте Сетте-Дабан верхнесилурийская оронская свита вмещает свинцово-цинково-флюоритовые руды месторождения **Сегеньях** (метасоматические доломиты с вкрапленностью галенита и сфалерита, запасы Pb+Zn > 1 млн т). Еще одно месторождение Сетте-Дабана – **Чугучан**, цинково-флюоритовое в нижнедевонских доломитах сеттедабанской свиты.

Рудопроявления, связанные с формацией черных сланцев, не имеют большого распространения. Однако в Южном Верхоянье пиритизированные сапропелевые аргиллиты нижне-среднекембрийской иниканской свиты проявления **Кыллахское** содержат: 2,6–4,0 кг/т V, 50–82 г/т Mo, 1–2,8 г/т Ag, 0,2 г/т Au [20, с. 347–349]. В нижнем девоне о. **Октябрьской Революции**, архипелаг Северная Земля, среди нижнедевонских отложений встречены скопления целестина, а девонские литоральные костеносные терригенные и карбонатно-глинистые толщи содержат пласты железных руд [25, с. 63–65].

**IV. Китайско-Корейская ИМП.** Образования нижнего палеозоя известны стратиформными залежами железных руд, металлоносных углеродистых сланцев, барита, флсфоритов. На севере Тибет-

ского плато выявлены раннепалеозойские аккумуляции вулканогенных массивных сульфидов: **Хонггоу** (Honggou), **Байниньханг** (Baiyinchang), **Жунжуйба** (Zhujuyaba). Ордовикские железорудные вулканогенно-осадочные залежи распространены в северо-западных и северных районах Китая, где их относят к «**цзиньтешаньскому**» типу [28]. Очень значительны запасы нижнекембрийских фосфоритов в Центральном Китае (пров. **Гуйчжоу**, г. Гуйян), на юго-западе (**Юньнань**, г. Куньмин), в соседних районах Вьетнама (**Лаокай**). Все они относятся к «**Юньнань-Сычуанской** фосфатной провинции».

Нижнекембрийские черные сланцы прослежены на сотни километров в нескольких восточных провинциях Китая. В них обнаружены крупнейшие конседиментационные залежи барита **Шань Гоньтянь** (Shang Gongtang), **Дахебянь** (Dahebian), оба на востоке пров. Гуйчжоу. По сравнению с вмещающими породами формации Niutitang рудный пласт содержит в 100 раз больше Ni, в 97 раз – As, в 95 раз – Mo, в семь раз – Sb, в 15–49 раз – платиноидов, в 37 раз – Cu, в 23 раза – Zn, в 14 раз – Co, в 13 раз – Pb. Медно-молибденовое месторождение в нижнекембрийских черных сланцах **Сяо Зу** (Xiao Zhu), округ Зуньи (Zunyi), пров. Гуйчжоу на юге Китая, представляет большой промышленный интерес [53]. Раннекембрийский металлоносный горизонт свиты Чунхва серии Чосон (фосфаты, цветные, благородные металлы) распространен на площадях более 20 тыс. км<sup>2</sup> и в **Пхеннамском** прогибе, север Корейского полуострова. Его мощность варьирует в интервале 0,3–20 м, протяженность по простиранию достигает 300 км. В свите Мукчхон есть четыре горизонта высокоуглеродистых сланцев, используемые в качестве топлива. Содержания  $C_{орг}$  в них – 14–16 %, некоторых металлов значительно (г/т): Mo – 78–150, V – 150–1800, Ni – 200–350, Co – 23–82, As – 63–220, U – 8,7–11,9. Черные сланцы мощностью до 90 м установлены и в вендской свите Кухен, на породах которой залегают нижнекембрийские металлоносные отложения [32, рис. 1, с. 8].

Среди отложений нижнего палеозоя Южного Китая известны залежи марганцевых руд (**Таньганьшань**).

**V. Западнолаврентийская ИМП.** В. Н. Голубев и ряд др. ученых [47] при описании рифейских месторождений урана пров. Саскачеван обсудили значение силурийских дат для уранинитов крупного месторождения **Shea Creek** – 433±26 млн лет и 449±75 млн лет. Последнее определение характе-

ризует рудную зону со значительными поздними изменениями. Они напомнили, что и ранее исследователи получили довольно близкие даты, например, раннедевонскую 391±34 млн лет для зоны массивной урановой минерализации, развитой по поверхности несогласия. Руды другого местного месторождения **Cluff Lake** в свое время были также датированы ранним девоном (380±5 млн лет). Не вполне ясно, характеризуют ли эти материалы новую вспышку уранонакопления или только отмечают очередной этап ремобилизации ранее накопленного U. Некоторые исследователи связывали с раннепалеозойским этапом появление кайм вторичного уранинита вокруг зерен раннего минерала, а также небольшие секущие тела с урановой минерализацией в пределах рудного поля **Cigar Lake**.

Терминальные фазы каледонского орогенеза в пров. Саскачеван характеризовались усилением поднятий, приведших к рективизации разломов, поступлением по ним в глубины метеорных вод, воздействовавших на U-Pb изотопную систему. Полагают, что она была запущена заново для уранинитов главной рудной зоны несогласия, чему способствовали высокая проницаемость коры выветривания и более грубозернистых толщ формации MFa в основании бассейна Athabasca. Циркулирующие флюиды по таким породам легко могли выщелачивать радиогенный свинец и растворять ранний уранинит. По некоторым оценкам, так могло быть удалено до 50 % радиогенного Pb. При этом неопределенное количество его вполне могло быть захвачено из флюида и отложиться в виде галенита. В поддержку предположения говорит присутствие рассолов в разрезе бассейна, насыщенных кислородом, хлоридами, способными переносить свинец в виде хлоридных комплексов. Все это свидетельствует в пользу гипотезы раннепалеозойского преотложения урана [47].

Из прочих каледонских экзогенных аккумуляций отметим небольшие месторождения рифейских-кембрийских фосфоритов на северо-западе США [22, с. 39].

**VI. Аппалачская ИМП** объединяет многочисленные богатые месторождения железных и марганцевых руд, россыпные титан-циркониевые аккумуляции, скопления фосфоритов. В Алабаме нижнесилурийские (ландовери) гематитовые руды района **Бирмингем** образуют горизонты Айда-Сим (Хикори-Нат), Биг-Сим, Айрон-Дейл в составе формации Ред Маунтин. Среди «красных железных руд» различают типы «ископаемых» и «оолитовых». Основным мине-

ралом является аморфный гематит с примесью известковистого и доломито-известковистого материала. В «ископаемых» рудах гематит замещает многочисленные остатки брахиопод, криноидей, кораллов, мшанок. Оолитовые руды образуют плоскоокруглые зерна размером с льняное семя. В центре каждого оолита присутствует зерно кварца, покрытое многочисленными разными по составу слоями окислов железа, пленками глиноземистого и кремнеземистого составов. От дневной поверхности вглубь «мягкие» руды сменяют «твердые». Мягкие руды были созданы выветриванием из-за выноса известковистой составляющей. Металлического железа в товарных рудах 32–45 %, извести – 5–20 %, кремнезема – 2–25 %, глинозема – 2–5 %, магнезии – 1–3 %, фосфора – 0,25–1,5 %, серы – до 0,5 %, воды – 0,5–3 %, марганца – менее 0,25 %.

Железорудное осадконакопление происходило на пологом прибрежном шельфе. Обилие карбоната кальция и окислов железа в бассейне объяснено их сносом с прилегающих площадей при мягком тропическом-субтропическом климате. Особую контролируемую роль играли в минералогическом процессе линейно расположенные барьерные рифы. Т. А. Симпсон и Т. Р. Грей [31, с. 74] отмечают такую зональность в распределении осадков разных типов: 1 – с лагунной стороны поднятий, намытых прибрежными юго-западными течениями, отлагались кальцит-гематитовые осадки; 2 – с морской стороны распространялись менее окисные сидерит-шамозитовые осадки; 3 – сидерит-шамозитовые осадки к юго-востоку переходили в глины; 4 – на северо-восток кварц-гематитовые песчаники рифов сменяли безжелезистые пески.

Подобные богатые гематитовые руды лландоверийского яруса нижнего силура известны и в штате **Нью-Йорк**.

Оолитовые нижнесилурийские железные руды с примесью ванадия в Канаде (Ньюфаундленд) добывают на месторождении **Вабана** [24, с. 221, 232]. Они принадлежат к гематит-сидерит-лептохлоритовой формации и накапливались в подводных условиях на удалении примерно 600 км от берега [34, с. 69].

В провинции Новая Шотландия (Nova Scotia), юго-восточная Канада, промышленные руды марганца обнаружены среди кембрийско-ордовикского флиша блока **Мегума** в аллохтоне офиолитового пояса. Запасы марганцевых руд – 337 млн т. Породы флиша обогащены Pb, Zn, Au, Mo, W. В черном

углеродистом флише известны согласные жилы с As и Au, в базальной формации Галифакс – полиметаллические залежи эксгальционно-осадочного происхождения. В Арканзасе разведано месторождение **Бейтсвилл**, первично родохрозитовые залежи которого локализованы в углеродистых глинистых сланцах ордовика и силура. В развитой здесь нижнепалеозойской коре выветривания оксиды и гидроксиды марганца выполняют карстовые полости. Мощность залежей в корах достигает 25 м при содержании до 50 % Mn [7, с. 51, 54].

Раннекембрийские пляжевые россыпи известны вдоль Гренвильского фронта в штате Вирджиния. Ильменит-рутиловая россыпь месторождения **Робинсон Коп** возникла при размыве анортозитов группы Пиней. «Гренвильско-каледонская» метаморфизованная россыпь **Буэна Виста** там же содержит до 50 % Sc-ильменита [7, с. 74, 100].

**VII. Центральная австралийская ИМП.** Наиболее важные месторождения каледонского этапа – фосфатные, особенно северного среднекембрийского бассейна **Джорджина**. Содержание фосфатов в рудах обычно составляет 17 %, но в выветрелых разностях, именуемых «фоскретами», доходит до 37 %. Петрографических разностей несколько: зернистые фосфориты (фосфаты только в зернах), афанитовые (размерность фосфатных частиц глинистая, «микрофосфориты»), водорослевые. Главные месторождения **Дачес** и **Ардмор**.

К типу медистых глин относят очень крупные аккумуляции **Маунт Лайель** на о. Тасмания, вторые на континенте по запасам после **Маунт Айза**. В пределах его поля распространены кембрийские кислые и средние лавы с массивным и вкрапленным пирит-халькопиритовым оруденением, линзы с борнитом, халькопиритом, халькозином. Продуктивный пласт медистых глин верхнеордовикской группы Гордон с вкрапленностью и гроздьями конкреций самородной меди, куприта, халькозина имеет мощность до 100 м и протяженность до 2,5 км. Отдельные выделения самородной меди до 32 кг. Конкреции гетита содержат до 25 % меди, сами медистые глины – 0,2–0,62 % [27].

**VIII. Западноафриканская ИМП.** В провинции весьма распространены значительные по ресурсам проявления медистых песчаников. Среди них отметим рудный район **Талат-Нуаманн**, Западный Анти-Атлас, Марокко, со стратиформным и жильным оруденением в породах нижнего кембрия. Халькопирит, блеклая руда, борнит образуют согласные со слоистостью микролинзы (от 0,5 см и более), тяготеющие к обломочным разностям.

Содержание меди – 1,8 %. Меднорудные залежи в кембрийских тактитах, окремненных мергелях наблюдаются в пределах рудного поля **Азегур**, марокканский Высокий Атлас. Здесь же встречены кварцевые жилы до 1 км протяженностью с халькопиритом, вольфрамитом, молибденитом. В Малийском секторе ИМП (синеклиза **Таудени**, восточный склон щита Регибат) малахит, хризоколла, диоптаз, халькозин наблюдаются на контакте кембрийских глинистых сланцев и известковистых песчаников с долеритами. Содержание меди – до 12 % [27].

Из проявлений прочих полезных ископаемых выделим слабо метаморфизованные предордовикские рutil-лейкоксен-цирконовые россыпи **Туа-регского** щита, с небольшими ресурсами, но значительными содержаниями полезных компонентов.

Крупные не изученные аккумуляции вендских кембрийских фосфоритов встречены во впадине Вольта и в Мавритании.

### Выводы

Для каледонского минерагенического этапа особенно характерны месторождения эндогенных полезных ископаемых, сформировавшихся в связи с глубоководным вулканизмом. Таковы скопления массивных сульфидов различных типов, известные на всех континентах. В Центральном Средиземноморье (Сардиния) они представлены позднесилурийскими-раннедевонскими конседиментационными стратиформными вулканогенно-осадочными Cu-Zn-Pb «проторудами» **Саррабуса** (Sarrabus), в Мьянме – уникальными по содержаниям компонентов залежами Шанского плато (**Бодуин-Намту**, или Баудвин), в Периатлантической зоне Северной Америки – богатейшим горнорудным районом **Bathurst** (пров. Нью Брансуик, Канада). Распространены подобные образования и в Уральском сегменте Урало-Монголо-Охотского суперпояса, где собственно каледонскими признаются аккумуляции сульфидов **Сибая**, **Таш-Тау** и др.

### ЛИТЕРАТУРА

1. Месторождения металлических полезных ископаемых / В. В. Авдонин [и др.]. – М. : Трикста; Академ. проект, 2005. – 718 с.
2. *Аристов В. В.* Очерки по истории поисков и открытий месторождений полезных ископаемых / В. В. Аристов [и др.]. – М. : Геокарт, 2000. – 624 с.

Площади палеоконтинентов в каледонский этап были в большой степени амагматичными, хотя и здесь обстановки растяжения преобладали. Раннепалеозойскими оказываются высокопродуктивные кимберлиты **Накынского** поля Якутии, диатремы кимберлитовой субпровинции Слейв на севере Канады (**Drybones Lake** и др.), «**Границы штатов**» (State Line District) в субпровинции **Колорадо-Вайоминг**, юго-восточной Финляндии. Большая часть добычи алмазов в ЮАР ныне производится из кембрийских диатрем поля **Венеция** (Venetia).

Каледонские скарновые аккумуляции не очень характерны, но кое-где обнаруживаются и они. Примерами являются кембрийские железорудные месторождения **Самсоновское** в Кузнецком Алатау, **Ирбинское**, **Абаканское**, **Анзасс** в Алтае-Саянской области, вольфрамовые **Ривьера** (Riviera) в складчатом поясе Салдания ЮАР [21, с. 119]. Замечательные жильные месторождения золота возникли в конце силура (417 млн лет назад) в Лахланском поясе Нового Южного Уэльса – **Бендиго**, **Гилмор** и **Уогг**, **Дейлсфорд**, **Голден Плато**, **Вудс-Пойнт**, **Кобар**, **Розбери**, **Кью-Ривер**.

Очень характерны для каледонского этапа металлоносные черные сланцы. Первично осадочные скопления золота раннепермского гиганта **Мурун-Тау** возникли в позднем ордовике-раннем силуре именно в таких породах. Огромны аккумуляции барита, малых и редких металлов в кембрийских отложениях восточных провинций Китая, на севере Корейского полуострова, в Западной Европе, на Урале.

Еще одна важная особенность экзогенного минерагениза связана с изменившимися климатическими обстоятельствами, особенностями биоса раннего палеозоя – гигантские фосфоритоносные осадочные бассейны: **Каратау** в Джамбульской и Чимкентской областях Южного Казахстана (45 самостоятельных месторождений), **Юньнань-Сычуанский** на юге Китая, **Джорджина** Северной Австралии и др.

3. Рудные ресурсы и их размещение по геозомам. Редкие металлы. Тантал, ниобий, скандий, редкие земли, цирконий, гафний : справочное пособие / К. Д. Беляев [и др.]. – М. : Недра, 1996. – 176 с.

4. Рудные ресурсы и их размещение по геозомам. Благородные металлы (МПП, золото, серебро) : справочное пособие / Б. И. Беневольский. [и др.]. – М. : Недра, 1995. – 223 с.

5. *Гаррис М. А.* Геохронологическая шкала Урала и основные этапы его развития в докембрии и палеозое (по данным калий-аргонового метода) / М. А. Гаррис // Абсолютный возраст геологических формаций : междунар. геол. конгресс: тез. докл. – М. : Наука, 1964. – С. 128–56.
6. Геология СССР. Т. XX. Центральный Казахстан. Полезные ископаемые : в 2 кн. / под ред. И. В. Орлова. – Кн 1. – М. : Недра, 1989. – 541 с.
7. *Дымкин А. М.* Эволюция накопления природных соединений семейства железа / А. М. Дымкин, В. М. Чайка. – М. : Наука, 1992. – 256 с.
8. Новая Земля – перспективный ресурсный объект на Баренцево-Карском шельфе / А. Н. Евдокимов [и др.] // Разв. и охрана недр. – 2000. – № 12. – С. 41–43.
9. Железородная база черной металлургии СССР / под ред. А. В. Сидоренко. – М. : Изд-во АН СССР, 1957. – 432 с.
10. *Зайцев А. И.* Геохронология и изотопная геохимия карбонатитов Якутии / А. И. Зайцев [и др.]. – Якутск : ЯНЦ СО РАН, 1992. – 248 с.
11. *Зайцев А. И.* О возрасте протолитов кимберлитовых магм Якутии / А. И. Зайцев // Отеч. геол., – 2001. – № 5. – С. 6–9.
12. *Зинчук Н. Н.* Историческая минералогия : в 3 т. / Н. Н. Зинчук, А. Д. Савко, Л. Т. Шевырев. – Воронеж : ВГУ, 2007. – Т. 2. Историческая минералогия древних платформ. – 570 с.
13. Геология месторождений редких элементов Африки / С. Е. Колотухина [и др.]. – М. : Недра, 1964. – 304 с.
14. Геология месторождений редких элементов Южной Америки / С. Е. Колотухина [и др.]. – М. : Наука, 1968. – 280 с.
15. Геология и экономика месторождений редких элементов государств Индия и Шри-Ланка / С. Е. Колотухина [и др.]. – М. : Наука, 1975 – 152 с.
16. *Колотухина С. Е.* Геология и экономика месторождений редких элементов государств Индия и Шри-Ланка / С. Е. Колотухина [и др.]. – М. : Наука, 1975. – 152 с.
17. *Коробицын А. В.* Металлоносность сапропелево-фтанитовой формации кембрия Кыллахского поднятия Южного Верхоянья / А. В. Коробицын, А. И. Старников // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли : мат-лы 5-го Всерос. литолог. сов. – Екатеринбург, 2008. – Т. 1. – С. 347–349.
18. Крупные и суперкрупные месторождения рудных полезных ископаемых : в 3 т. / Д. В. Рундквист [и др.]. – М. : ИГЕМ РАН, 2006. – Т. 1. Глобальные закономерности размещения. – 390 с.
19. *Кук П. Дж.* Позднепротерозойские-кембрийские фосфориты и фосфогенез / П. Дж. Кук, Дж. Г. Шергольд // Неметаллические полезные ископаемые : доклады 27-ю междунар. геол. конгресса (Москва, 4–14 августа 1984 г.). – М., 1984. – Секция С 15. – Т. 15. – С. 31–48.
20. Лампроиты / под ред. С. А. Богатикова. – М., 1991. – 380 с.
21. *Магакьян И. Г.* Металлогения (главные рудные пояса) / И. Г. Магакьян. – М. : Недра, 1974. – 304 с.
22. *Матухин Р. Г.* Литолого-фациальные особенности девона архипелагов Северная Земля и Седова / Р. Г. Матухин // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли : мат-лы 5-го Всерос. литолог. сов. – Екатеринбург, 2008. – Т. 2. – С. 63, 64.
23. *Мишнин В. М.* Древнее рифообразование – предвестник внедрения кимберлитов в Якутской алмазонасной провинции / В. М. Мишнин // Отеч. геол. – 1997. – № 1. – С. 36–41.
24. *Наркелюн Л. Ф.* Медистые песчаники и сланцы Мира / Л. Ф. Наркелюн, В. С. Салихов, А. И. Трубаков. – М. : Недра, 1983. – 414 с.
25. Основы тектоники Китая / под ред. Ли Сыгуан. – М. : Госгеолтехиздат, 1962. – 527 с.
26. Полезные ископаемые / И. Ф. Романович [и др.]. – М. : Недра, 1992. – 544 с.
27. *Роганов Г. В.* Рудоносные осадочные бассейны позднего докембрия и кембрия юга Дальнего Востока / Г. В. Роганов // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли : мат-лы 5-го Всерос. литолог. сов. – Екатеринбург, 2008. – Т. 2. – С. 209–211.
28. Рудные месторождения США. – М. : Мир, 1973. – Т. 2. – 636 с.
29. *Созинов Н. А.* Металлоносные углеродистые отложения Пхеннамского прогиба Сино-Корейского щита / Н. А. Созинов // Труды ГИН РАН. – Вып. 579. – М. : Геос, 2008 – 86 с.
30. *Сорока Е. И.* Формирование некоторых высокоглинозёмистых пород Урала / Е. И. Сорока, Е. Н. Волчек // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли : мат-лы 5-го Всерос. литолог. сов. – Екатеринбург, 2008. – Т. 2. – С. 289–293.
31. *Старостин В. И.* Металлогения : краткий курс (избранные лекции) : в 2 ч. / В. И. Старостин. – М. : МГУ, 2004. – Ч. 1. – 158 с.
32. *Тихомиров С. В.* Этапы осадконакопления девона Русской платформы и общие вопросы развития и строения стратисферы / С. В. Тихомиров. – М. : Недра, 1995. – 445 с.
33. Карбонатиты и кимберлиты (взаимоотношения, минералогия, прогноз) / А. А. Фролов [и др.]. – М. : Природа, 2005. – 540 с.
34. *Хаин В. Е.* Геосинклинальный пояс / В. Е. Хаин, М. В. Муратов // БСЭ : в 31 т. – 3-е изд. – М., 1971. – Т. 6. – С. 322.
35. *Харькив А. Д.* История алмаза / А. Д. Харькив, Н. Н. Зинчук, В. М. Зуев. – М. : Недра, 1997. – 601 с.



39. *Харькив А. Д.* Коренные месторождения алмазов Мира / А. Д. Харьков, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков. – М. : Недра, 1998. – С. 506–528.
40. *Чайка В. М.* Рифейские зеленокаменные пояса Северной Африки и их рудные месторождения / В. М. Чайка. – М. : Наука, 1990. – 104 с.
41. *Черных А. И.* Особенности геологического строения и рудоносности Пезас-Золотокитатского рудного района (Кузнецкий Алатау) / В. И. Черных // Месторождения природного и техногенного минерального сырья : геология, геохимия, геохимические и геофизические методы поисков, экологическая геология : мат-лы Междунар. конф. «К 90-летию Воронежского государственного университета», 12–16 ноября 2008 г. – Воронеж : Воронежпечат, 2008. – С. 210, 211.
42. *Шатров В. П.* Особенности осадконакопления и минерагенеза в палеозое и раннем мезозое Северососьвинского бассейна на восточном склоне Приполярного Урала / В. П. Шатров // Типы седиментогенеза и литогенеза и их эволюция в истории Земли : мат-лы 5-го Всерос. литолог. сов. – Екатеринбург, 2008. – Т. 2. – С. 416–420.
43. *Шер С. Д.* Металлогения золота (Северная Америка, Австралия и Океания) / С. Д. Шер. – М. : Недра, 1972. – 295 с.
44. *Яншин А. Л.* Основные проблемы древнего фосфатонакопления / А. Л. Яншин [и др.] // Труды 27 МКГ. – М. : 1984. – Т. 15. Неметаллические полезные ископаемые. – С. 95–103.
45. *Couto Helena.* Lower Ordovician black-shales hosted gold deposits in North Portugal / Helena Couto, Frederico Sodré Borges // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August: abstr. – М., 2006. – V. 3. – 384 p.
46. *Fadda Sandro.* Volcanic-sedimentary metal deposition in paleomargin environment<sup>^</sup> the «protore» of Castello Medusa, Central Sardinia, Italy / Sandro Fadda [et al.] // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August: abstr. – М., 2006. – V. 2. – 153 p.
47. *Golubev V. N.* Multiple episodes of uranium deposition and/or remobilization in the Chea Creek unconformity related deposit, Western Athabasca basin (Saskatchewan, Canada) / V. N. Golubev [et al.] // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August : abstr. – М., 2006. – V. 2. – 179 p.
48. *Gurskaya L. L.* PGE occurrences in the Polar and Cis-Polar Urals : distribution, genetic types, resource potential / L. L. Gurskaya [et al.] // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August : abstr. – М., 2006. – V. 2. – 110 p.
49. *Gusev G. S.* Geology and Metallogeny of Island Arc / G. S. Gusev [et al.] // Geodynamics and Metallogeny : Theory and Applications for Applied Geology / edited by N.V. Mezhelovsky et al. – М., 2000. – P. 213–295.
50. *Kravchenko G. G.* The nature of the superlarge chromite deposits of Kempirsay massif, the Urals / G. G. Kravchenko // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August: abstr. – М., 2006. – V. 3. – 276 p.
51. *Lalomov A.* Prospects of Ti-Zr placers in the Early Paleozoic epicontinental basin of NW Russian plate / A. Lalomov, M. Tugarova // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August: abstr. – М., 2006. – V. 1. – 29 p.
52. *Mikulski Stanislaw Zbiegniew.* The Paleozoic black schists of the Kaszawa metamorphic complex – the favorable host rock of the Au mineralization at the Klecza deposit (SW Poland) / Stanislaw Zbiegniew Mikulski, Stanislaw Speczik // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August: abstr. – М., 2006. – V. 3. – 247 p.
53. *Pašava Jan.* Multiple sources of metals for mineralizations in lower Cambrian black shales of South China: evidences from geochemical and petrographic study / Jan Pašava [et al.] // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August: abstr. – М., 2006. – V. 3. – 238 p.
54. *Sáez R.* The Iberian type of volcanosedimentary massive sulphide deposits / R. Sáez [et al.] // Mineralium Deposita, 1999. – V. 34. – P. 549–570.
55. *Udoratina O. V.* (Be-Nb-Ta-REE) complex ores of the alkali-carbonate metasomatites (Northern Urals) / O. V. Udoratina // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August : abstr. – М., 2006. – V. 1. – 41 p.
56. *Vetter Sabine.* Preliminary comparison of alteration and mineralization of two shear zone-hosted gold occurrences, Brunswick subduction complex, New Brunswick, Canada / Sabine Vetter [et al.] // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August : abstr. – М., 2006. – V. 2. – 149 p.
57. *Walker James.* Recent advances in the understanding of VMS deposits in the Bathurst mining camp, New Brunswick, Canada / James Walker [et al.] // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August : abstr. – М., 2006. – V. 3. – 301 p.

*А. Д. Савко, доктор геолого-минералогических наук, профессор, заведующий кафедрой исторической геологии Воронежского государственного университета, Заслуженный геолог России; e-mail: savko@geol.vsu.ru*

*Л. Т. Шевырёв, доктор геолого-минералогических наук, вед. научный сотрудник НИИ геологии Воронежского государственного университета; e-mail: shevpp@yandex.ru*

*A. D. Savko, Doctor of Geology Mineralogical Sciences, Professor, Celebrated Geologist of Russia, Head of VSU Historical Geology Chair; e-mail: savko@geol.vsu.ru*

*L. T. Shevyrev, Doctor of Geology Mineralogical Sciences, Leading Scientific Associate of VSU Science-and-Search Institute; e-mail: shevpp@yandex.ru*