

ИСТОРИКО-МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ПРОШЛОГО КОНТИНЕНТОВ. СТАТЬЯ 3. РАННЕГЕРЦИНСКИЙ ЭТАП**А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв**

Воронежский государственный университет

Поступила в редакцию 1 октября 2009 г.

Аннотация. Признаки раннегерцинских минерагенических процессов распространены на континентах Земли чрезвычайно неравномерно. Практически отсутствуя в Южном полушарии, они оказываются характерными для Евразии и Австралии. Там со среднего девона по ранний карбон в пределах древних платформ возникли многочисленные поля алмазонасных кимберлитов, промышленные месторождения бокситов, богатые редкометалльные россыпи. На площадях подвижных поясов этих континентов появились аккумуляции массивных сульфидов (Урал, Алтай, Китай), золоторудные скопления (**Курасан** на Урале, **Кубака** на Северо-Востоке России). В Южно-Монгольском металлогеническом поясе в пределах островной дуги *Gurvansaikhan* сформировались золотоносные медно-порфировые месторождения **Shuteen** и **Harmagtai** (321±9 млн лет, Rb-Sr). Здесь же недавно обнаружены крупнейшие позднедевонские-раннекаменноугольные (380–320 млн лет) медно-порфировые залежи **Oyu Tolgoi**, с системами интенсивной сульфидизации – **Южный Оуи**, **Юго-Западный Оуи**, **Центральный Оуи**, **Hugo Dummett**. Значительный практический интерес представляют девонские грейзеновые оловорудные аккумуляции **Davis Lake** в канадской провинции Новая Шотландия (*Nova Scotia*), датированные 380 млн лет (U/Pb по циркону, Ar/Ar по слюде). На о. Тасмания, части Тихоокеанского суперпояса (Лакланский пояс), в раннегерцинский этап появились оловополиметаллические грейзены и жилы месторождений **Ardlethon**, **Cleveland**, апокарбонатные замещения руды **Маунт Бишоф** (**Mount Bischoff**) [22, с. 123]. В субмаринных условиях девонского периода возникли вулканогенно-осадочные и гидротермальные месторождения марганца **Южно-Уральской**, **Центрально-Казахстанской**, **Карской** субпровинций [19, с. 799–804].

Ключевые слова: историко-минерагенические провинции, девон, ранний карбон, надранговые структуры, кратоны, подвижные пояса, эндогенные месторождения среднего девона – раннего карбона, экзогенные месторождения среднего девона – раннего карбона.

Abstract. Attributes of the Early Hercynian mineragenical processes are peculiar in main for Eurasia and Australia. There the numerous fields of the diamondiferous kimberlites were formed upon the ancient platforms in a span Middle Devonian-Early Carboniferous, sustainable deposits of bauxites, rich raremetal-rareearth placers. In the mobile belts of these continents the accumulations of the massive sulfides had appeared (the Urals, Altai, China), gold ores objects (*Kurasan* in Urals, *Kubaka* in the Russian North-East)/ Within the South-Mongolian metallogenous belt (*Gurvansaikhan* isle arch) the auriferous copper porphyry **Shuteen** and **Harmagtai** (321±9 Ma, Rb-Sr) were formed. The giant **Oyu Tolgoi** copper porphyry bodies with the systems of the intensive sulfidization of Middle Devonian-Early Carboniferous (380–320 Ma) are disclosed recently at the same region – **South Oyu**, **South-West Oyu**, **Cenytal Oyu**, **Hugo Dummett**. The Devonian **Davis Lake** tin greisen deposit, *Nova Scotia*, Canada (380 Ma, U/Pb, zircon; Ar/Ar, mica) is of a considerable economic interest. The tin-base metals greisens and veins **Ardlethon**, **Cleveland**, apocarbonite replacement **Mount Bischoff** are known in the the Lakhlan belt of the Pacific super-belt (island of Tasmania). In the submarine conditions of the Devonian the vulcanogenous-sedimentary and hydrothermal manganese accumulations had appeared in the South-Uralian, Central-Kazakhstan and Kara subprovinces.

Key words: historical-mineragenical provinces, Devonian, Early Carboniferous, over-rank tectonic structures, cratons, mobile belts, Middle Devonian – Early Carboniferous endogenous deposits, Middle Devonian – Early Carboniferous exogenous deposits

1. Историко-минерагенические провинции (эндогенный рудогенез)

В раннегерцинский этап эндогенные рудные месторождения формировались преимущественно в палеозойских орогенных областях Западной Европы, Урала, Центрального Казахстана, Алтая. В это время возникли огромные скопления апатит-нефелиновых руд Кольского полуострова, связанные с основными щелочными породами, в других регионах – колчеданные медные, полиметаллические, железорудные, изредка благороднометалльные, медно-никель-кобальтовые, редкометалльные. На Восточно-Европейской, Сибирской и Китайской платформах в течение этапа формировались диатремы нескольких высокопродуктивных кимберлитовых полей. Отдельные примеры раннегерцинских гипогенных месторождений известны для Западной Европы. В «древневарисскую эпоху» (360–330 млн лет) возникли медно-рудные залежи **Злати Гори** с селеном, баритом на Чешском массиве (для этого месторождения известны и более поздние руды, но – другого состава). В позднем девоне (360 млн лет) в Центральной Чехии появились кварцевые жилы **Йилов** с Pb, Zn, Cu, Au, Bi, Te, W, Mo. Тогда же (0,36–0,28 млрд лет назад) продолжилось формирование месторождения редких металлов и олова **Эшассер** во Франции, связанного с куполами альбититов.

Исследования генезиса и возраста рудных месторождений в ядрах подвижных поясов трудоемки и не приводят к однозначным результатам. Это касается даже Альпийского сектора Средиземноморского суперпояса, наиболее изученного, вмещающего многие замечательные месторождения сульфидов. В восточной Баварии таких немало. Одно из них – **Зильберберг** у г. **Боденманс**, пирротиновое тело мощностью до 6 м прослежено в кордиеритовых гнейсах и роговиках на 0,6 км. Вмещающие породы считают герцинскими: роговики претерпели перекристаллизацию в каменноугольный период под воздействием гранитных интрузий, воздействовавших на слюдистые сланцы. Последние же сами были продуктом метаморфизма протерозойских («альгонкских») глин с первичным пиритом, для которого отмечены гелевые структуры, контракционные трещины. В Австрии подобных месторождений в высокометаморфизованных толщах немало: **Гросарл** в Зальцбурге, **Мейслинген**, **Фраган** в Штирии, **Тексенберг-Панцердорф**, **Шлейтен**, **Штеенберг** в Тироле. Минералогические и геохимические исследования говорят о первично-осадочном происхождении сульфидов, но – какого времени?

О сложности хронологических интерпретаций говорит пример гигантских магнетитовых залежей **Венч** (Фенч), находящихся близ кристаллического ядра Тауэрна Альп. Непрерывные штокообразные тела в известняках и доломитах. Между известняками и магнетитами имеется промежуточная зона тонкозернистого доломита. В **Фейч** магнетиты вмещают известняки верхнего карбона, в **Трибен** – девона, в иных местах – предположительно силурийские. Не исключают образование магнетитов метасоматическим путем, при мобилизации гидротермами вещества во время альпийского орогенеза. Запасы магнетитов **Фейч**, **Трибен**, **Радештейн** – 20 млн т [49, с. 255].

Наиболее ярко и разнообразно раннегерцинское рудообразование выражено в пределах Уральского металлогенического пояса, разделившего Евразийский континент на две неравные части. Исследование становления и развития Уральского пояса в неогее позволяет увидеть постепенное, последовательное продолжение в герцинском этапе процессов, начавшихся в раннем палеозое, эволюцию магматизма и рудообразования. В раннегерцинский этап западный и восточный склоны становились все более минерагенически отличными.

На территории континентов выделяются восемь историко-минерагенических провинций (рис. 1). Пять из них (Ia – **Восточно-Европейская**, Ib – **Восточно-Сибирская**, Iв – **Уральско-Монголо-Алтайская**, Iг – **Восточно-Китайская**, Id – **Восточно-Австралийская**), в пределах которых сосредоточены все проявления кимберлитового магматизма, объединены в историко-минерагеническую **кимберлитовую мегапровинцию Восточного полушария**, которую в ранних публикациях авторы именовали Великой полосой кимберлитового и родственного ему магматизма. Прочие ИМП: II – **Западно-Европейская**, III – **Перилаврийская**, IV – **Западной Аргентины**.

Выделение мегапровинции преследует цель напомнить читателю о замечательной особенности раннегерцинского кимберлитового магматизма – концентрации его проявлений в пределах единой полосы, протянувшейся от Шпицбергена до территории, находящейся южнее залива Карпентария. Эта «Великая полоса» оконтуривала площади экспозиции глубинной энергии, имевшей место в среднем девоне – раннем карбоне. В самом деле, алмазопродуктивность раннегерцинского этапа, в отличие от позднегерцинского, уникальна. Об этом свидетельствуют многочисленные алмазоносные диатремы на платформах Восточно-Европейской, Сибирской,

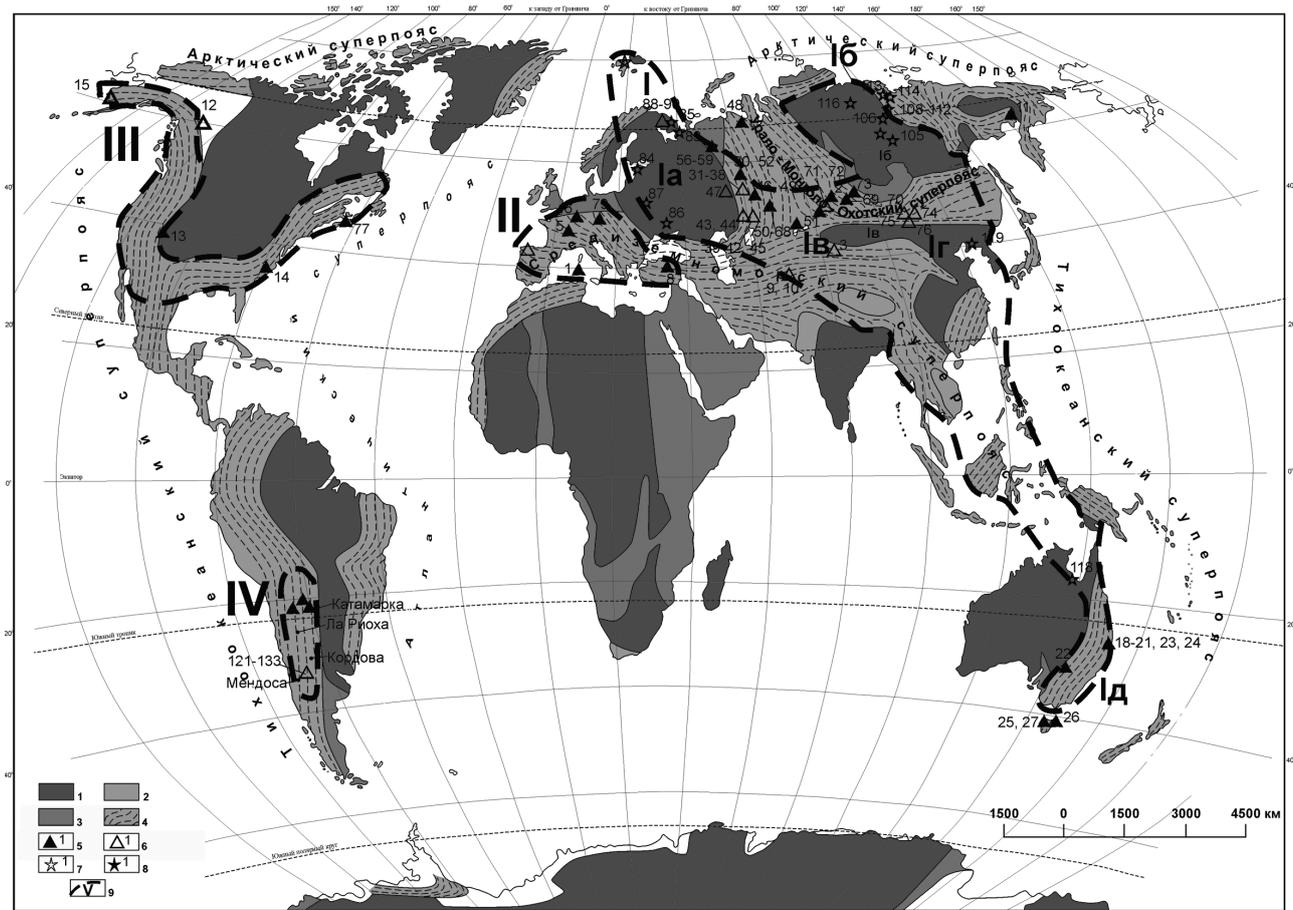


Рис. 1. Раннегерцинские (средний девон – серпуховской век раннего карбона, 400–310 млн лет) месторождения на континентах (эндогенный минерагенез). С использованием в качестве основы схемы В. Е. Хаина, модифицировано. 1 – древние платформы и крупные срединные массивы с раннедокембрийским фундаментом; 2 – срединные массивы с ранне- или позднедокембрийским фундаментом; 3 – части подвижных поясов неогая, испытавшие складчатость и консолидацию в конце протерозоя – начале палеозоя; 4 – подвижные пояса, продолжавшие развитие в неогее; 5–8 – эндогенные месторождения, в т. ч. связанные: 5 – с преимущественно коллизийными процессами (скарновые, гидротермальные), 6 – с процессами дилатансии, преимущественно основным вулканизмом (источники рудных компонентов в верхах мантии и низах коры, руды медно-никелевые, медно-молибденовые порфиоровые и т. д.), 7–8 – с мантийными источниками (7 – карбонатиты, 8 – кимберлиты); 9 – границы историко-минерагенических мегапровинций и провинций. Римскими цифрами обозначены: I – кимберлитовая мегапровинция Восточного полушария («Великая полоса алмазносного кимберлитового и другого глубинного металлоносного магматизма»), в составе ИМП: Ia – Восточно-Европейской, Ib – Восточно-Сибирской, Ia – Монголо-Алтайской, Ia – Восточно-Китайской, Id – Восточно-Австралийской; II–IV – ИМП, в т. ч.: II – Западно-Европейская, III – Перилавентийская, IV – Западной Аргентины (выделена условно). Раннегерцинские месторождения: 1 – Силиус (Silius), рудный район Sarrabus, юго-восток Сардинии. Крупная кварцевая жила герцинского возраста содержит около 40 % CaF_2 и 1,5 % PbS. Полагают, это один из крупнейших флюоритовых рудников в Европе; 2 – Дурновское, Салаирский кряж, юг Западной Сибири. Марганцевое, в образованиях кварц-кератофировой формации верхнего девона; 3 – Каратунк (Karatunk), южная окраина Алияйского орогена, Хуаньшаньдон (Huangshandong), Восточный Тянь-Шань, Китай. Медно-никелевые раннекаменноугольные (320 млн лет, Sm-Nd), связанные с комплексами мафитов-ультрамафитов; 4 – Эрцберг, Штирия, Австрия. В девонских известняках железные руды, сопровождаемые меденосными образованиями; 5 – Эшассер (Эшассьер), деп. Альё, Франция. Купола альбититов с Li, Ta, Nb, Sn, 0,36–0,28 млрд лет. По другим данным, 305–293 млн лет; 6 – Раммельсберг (Rammelsberg), Германия. Девонское-раннекаменноугольное сульфидное полиметаллическое-серноколчеданное-баритовое; 7 – Мозче (Moesche), северо-запад Испании. Офиолиты, относимые к аллохтонному комплексу Cabo Ortega, надвинутому в девоне. Медные вкрапленные и массивные сульфидные руды Кипрского типа. Возраст деформаций S_2 и сопровождавшегося метаморфизма по хлоритам из сланцев – 364 млн лет (поздний девон); 8 – Каргыльк (Kargylak), вилайет Yozgat, Турция. Палеозойские (?) редкометалльные пегматиты с розовыми (ювелирного качества) и черными турмалинами, циннвальдитом; 9 – Ашенташ (Ashentash), Северный Памир. Раннекаменноугольное (327 ± 12 млн лет) массивных сульфидов типа VMS (вулканогенные массивные руды); 10 – Таму (Tamu), зона сочленения Северного Памира и Западного Куньлуня. Раннекаменноугольные медно-порфиоровые залежи; 11 – Кубака, Северо-Эвенский

район Магаданской области. Раннекаменноугольное золотосеребряное кварц-адуляровое жильное. Основное оруденение имеет возраст от 335 ± 5 млн лет до 337 ± 8 млн лет, т. е. отвечает визейскому веку раннего карбона. С более поздними этапами регенерации связаны соответствующие более молодые даты. Они укладываются в интервал 212–110 млн лет. Запасы месторождения определены в 96,1 т золота (среднее содержание 20,2 г/т) и 101,5 серебра (21,3 г/т); 12 – **Финлэйсон Лэйк** (Finlayson Lake District, или FLD), бассейн рек Юкона и Танана, Канада. Горнорудный район с позднедевонскими-раннекаменноугольными месторождениями массивных сульфидов. Запасы руд 34 млн т. Месторождения отнесены к типам Besshi (месторождение **Fyre Lake**), Kuroko (**Kudz Ze Kayah**, или KZK, и **GR4F**), «массивных сульфидов среди вулканогенно-осадочных отложений» (**Wolverine**). Cu, Pb, Zn, г/т Ag, 1,38 г/т Au; 13 – **Хоникомб-Хилл**, Юта. Пегматитовые риолиты с возрастом 0,45–0,35 млрд лет содержат колумбит с танталом, фергуссонит, самарскит (Y,Th,U,Fe)x(Nb,Ta,Ti)O₄ и др. Ta, Nb, TR; 14 – **Хокинс-Бренч**, Северная Каролина. Монцогранитовые лейкосомы в кристаллических гранитизированных сланцах. Содержания касситерита с вростками тантало-ниобиевого рутила 50 г/т, присутствует монацит. Возраст 0,45–0,35 млрд лет; 15 – **Гуднюс** (Goodnews), Аляска. Герцинский гипербазитовый массив уральского типа с платиноидами в каледонском поясе. В работе [149, с. 163] назван верхнемеловым или третичным. Содержит 0,08–1,4 г/т платины, 0,02–0,2 г/т палладия; 16 – **Юкон**, герцинский черносланцевый бассейн, Канада. Ni, Mo, Zn, Pt; 17 – **Саскачеван**, Канада. Север штата Монтана, США и пров. Саскачеван, Канада. Девонский калиеносный бассейн на северной окраине впадины Виллистон, крупные эксплуатируемые месторождения калийных солей **Саскатун**, **Белл-Плейн**, **Эстерхейзи**; 18 – **Чиллаго**, Квинсленд, Австралия. Раннекаменноугольное золотокварцевое; 19 – **Мунгана**, Квинсленд, Австралия. Раннекаменноугольное золотокварцевое; 20 – **Палмер Ривер**, Квинсленд, Австралия. Раннекаменноугольное золотокварцевое; 21 – **Ходкинсон**, Квинсленд, Австралия. Раннекаменноугольное золотокварцевое; 22 – **Кобар**, Новый Южный Уэльс, Австралия. Рудное поле из трех раннегерцинских медно-золоторудных месторождений; 23 – **Маунт Виатт** в Квинсленде. Золотосеребряное, датировано 330 млн лет (ранний карбон, K-Ar, Rb-Sr); 24 – **Селлхейм** в Квинсленде. Золотосеребряное, датировано 330 млн лет (ранний карбон, K-Ar, Rb-Sr); 25 – **Роузбери** (Rosebery), Тасмания, Австралия. Золото-барит-полиметаллическое, с девонской гранитизацией, среди кембрийских лав; 26 – **Биконсфилд**, Тасмания, Австралия. Золотокварцевое, с ранними гранитоидами эпохи Табераберан D₃-C₃; 27 – **Ки Ривер** (Que River), Западная Тасмания. Раннегерцинское (D₂-C₁?) золотосульфидное среди рассланцованных андезитов. Две субвертикальные линзы, с содержаниями до 30 г/т Au; 28 – **Орулганский** антиклинорий, Верхоянский мегаантиклинорий, Якутия. Медистые сланцы с содержаниями 1,2 % меди на разных уровнях верхнедевонских-нижнекаменноугольных отложений артыганской свиты. В междуречье Атыркан-Джарджан в штуфах до 3 % Cu, прожилково-вкрапленная минерализация – до 10 % Cu. Халькозин (70–80 % сульфидов), борнит, халькопирит, пирит. Молибден (сотые доли процента). Медное оруденение вместе с полиметаллическим в известняках агакуканской свиты в среднем течении р. Ага-Кукан. Пласт с галенитом, сфалеритом, халькопиритом мощность 4,5 м, обогащен рудными в верхней части; 29 – **Магнитогорское**, Урал. Визейское скарное магнетитовое, в вулканогенно-осадочных толщах. Датировалось: 315–295 млн лет (K-Ar). По Rb-Sr соотношению появление магматитов Магнитогорского комплекса – 333±4 млн лет, по Sm-Nd определениям – 330±20 млн лет; 30 – **Сапальская** группа месторождения, Средний Урал. Юг Тагильского мегасинклинория. Гидротермальные девонские Mn; 31 – **Касаргинское**, Южный Урал (внутренняя зона Восточно-Магнитогорской дуги). Среднедевонское медно-колчеданное, связанное с эйфельской непрерывной вулканогенной формацией; 32 – **Учалы**, бакирский сектор Восточно-Магнитогорской дуги (54°18'N, 59°25'E). Среднедевонский штокверк из массивных пиритовых и халькопирит-пиритовых руд. В разрабатываемой руде содержится в среднем 0,97 % меди, 3,8 % цинка, 38 % серы; 33 – **Узельга**, 30 км южнее г. Учалы, на западе Челябинской области у пос. Междозерный (54°07'N, 59°20'E). **Верхнеуральский** рудный район. Месторождение медно-цинковых массивных руд в живетских риолитах и в кровле вулканокластитов у контакта с известняками. Промышленное значение имеют восемь залежей, субпромышленное – еще 56. Четыре сорта промышленных руд – медные, медно-цинковые, цинковые, пиритовые. Массивные медно-цинковые сульфидные руды содержат (%): 0,7–1,2 Cu (0,8, в среднем), 2,5–3,8 Zn (0,8, в среднем), 35–40 S (36,5, в среднем). Запасы Cu+Zn 4 млн т; 34 – **Молодежное**, запад Челябинской области. В Учалинско-Ашебутакской рудной зоне Восточно-Магнитогорской дуги. **Верхнеуральский** рудный район. Четыре залежи массивных медных, медно-цинковых и серно-колчеданных руд среди рудоносных дацитов формации Карамалыташ, принадлежащей эйфельскому и живетскому ярусам нерасчлененным. На обогатительную фабрику в г. Учалы, Башкирия, поставляют массивные медные руды (0,7 % Cu, 0,4 % Zn, 36,5 % S), вкрапленные медно-цинковые (1,5 % Cu, 3,9 % Zn, 30 % S), вкрапленные медные (1,3 % Cu, 0,5 % Zn, 23 % S); 35 – **Сибай**, в Башкирии, 110 км к ЮЗ от Магнитогорска (Западно-Магнитогорская вулканогенная зона, Сибайский структурно-формационный блок). В ядре брахиантиклинали, сложенном эйфельскими образованиями «непрерывной формации» (эйфельско-живетская формация Карамалыташ). Эйфельские массивные сульфидные руды, первично осадочные (Старый Сибай), гидротермально-осадочные (Новый Сибай); 36 – **Александринское**, в Учалы-Александринской рудной зоне, 25 км северо-восточнее Магнитогорска Челябинской области (53°51'N, 59°22'E). Медно-цинковое месторождение массивных сульфидных руд. Среднедевонское. 23 рудных тела на площади 1,0 × 1,5 км. Доказанные запасы – 159,8 тыс. т меди, 198,9 тыс. т цинка, 960 тыс. т пиритовой серы, 3686 кг золота, 124,3 т серебра, 1183 т кадмия. Средние содержания (%): Cu – 4,4; Zn – 5,5; S – 26,4; 0,03 Cd; 1,2 г/т Au, 37 г/т Ag; 37 – **Таиштау**, в 110 км к ЮЮЗ от Магнитогорска, бакирский сектор Южного Урала. Баймакский рудный район. Позднесилурийское-среднедевонское

месторождение богатых пирит-халькопирит-сфалеритовых руд. Средние содержания рудных компонентов на месторождении: 6,79 % меди, 2,08 % цинка, 0,08 % кадмия, 3,2 г/т золота, 27,9 г/т серебра; 38 – **Имени XIX партсъезда, в Верхнеуральском** рудном районе Челябинской области. Живетские халькопирит-пиритовые со сфалеритом массивные руды. Отработано; 39 – **Актогай**, Мугоджары, Казахстан. Халькопирит-сфалеритовые залежи массивных руд, связанные с серией параллельных среднедевонских диабазовых даек. Вмещают оруденение вулканогенные образования, относящиеся к основанию среднего девона; 40 – **Жангана**, Мугоджары, Казахстан. Месторождение массивных сульфидных руд меди среди вулканогенных толщ низов среднедевонской части разреза. Линзовидные и лентовидные рудные тела сложены пирротином при незначительном участии пирита, магнетита, халькопирита, сфалерита; 41 – **Летнее**, Северные Мугоджары. Среднедевонское колчеданное. Магнетитовые, магнетит-пиритовые руды нижней части залежи кверху сменяются сфалерит-халькопирит-магнетит-пиритовыми, затем – сфалерит-халькопирит-пиритовыми. Запасы руды – 6 млн т. В них (%): Cu – 2,2–3,4, Zn – 0,9–1,5, Co – 0,01–0,34. Попутные элементы (г/т): Au – 0,6, Ag – 13,7, Se – 69,6, Te; 42 – **Зимнее**, Южный Урал (Северные Мугоджары), у восточного ограничения зоны Домбаровка. Среднедевонское медно-цинковое в терригенно-базальтовой толще D₂. Стратиформное магнетит-халькопирит-пиритовое тело протяженностью 0,6 км при мощности до 66 м. Запасы руды до 12,5 млн т с содержаниями (%): Cu – 1,21, Zn – 0,87, S – 30,56. Попутные элементы (г/т): Au – 0,1, Ag – 7,0; 43 – **Октябрьское**, Южный Урал (внутренняя Тубинско-Гайская зона Западно-Магнитогорской дуги). Медно-колчеданное месторождение, связанное с эйфельской непрерывной вулканогенной формацией. Т-образная залежь в верхней части подводящего канала; 44 – **Гайское**, в Оренбургской области на Южном Урале (внутренняя Тубинско-Гайская зона Западно-Магнитогорской дуги). Девонское-раннекаменноугольное медно-колчеданное. Начальные стадии формирования относятся к позднему девону (375–350 млн лет), финальные – раннекаменноугольные (325–310 млн лет), К-Аг. До начала эксплуатации запасы составили 0,5 млрд т руды с соотношением Cu:Zn = 0,4. На начало 2006 г. ресурсы – 310 млн т руды, со средним содержанием Cu 1,6 вес % и Zn 0,54 вес %. Запасы золота 566,4 т; 45 – **Им. 50-летия Октября**, Северные Мугоджары. Среднепозднедевонское медно-колчеданное, частично в связи с гранитоидами Орско-Ацилысайского массива (D₂₋₃); 46 – **Михеевское**, восток Челябинской области. Медно-порфировое месторождение с запасами 0,7 млн т руды; 47 – **Салават** в Башкирии, в 188 км южнее Уфы. Центральная часть зоны Ирэндык Западно-Магнитогорской островной дуги. Среднедевонское меднопорфировое. Сульфидный штокверк. 0,2–0,3 %, до 1,0 % меди и 0,02 % молибдена; 48 – **Новогоднее-Монто**, Полярный Урал, Ямало-Ненецкий национальный округ. Залежи золото-сульфидно-кварцевые жильные и прожилково-вкрапленные, а также золото-сульфидно-магнетитовые скарновые, в связи с дайками монцодиоритов поздней фазы конгорского комплекса среднего-позднего девона. До 6,2 г/т золота и до 1,2 г/т платины; 49 – **Куросан Западный**, Челябинский сектор Восточно-Магнитогорской островной дуги. Верхнедевонское (?) золотосеребряное адуляр-кварцевое месторождение. Штокверки в живетской вулканической постройке; 50 – девонские медепроявления рудных районов **Атбасарского, Верхнешишимского, Джезказганского, Терсакканского, Улутая** в Центральном Казахстане; 51 – **Коунрад**, Казахстан. Вторично-кварцитовые молибденово-медные штокверки. Первая фаза становления – 310 млн лет, основные руды пермские; 52 – **Березовское**, Свердловская область. Золото в березитах. Возраст месторождений, по некоторым определениям, позднедевонский, 0,38–0,37 млрд лет, но, полагают, он удревлен за счет «влияния древних каледонских свинцов». Кварц-золотосульфидные, кварц-шпелит-турмалиновые жилы. Золота – 7–12 г/т; 53 – **Атасуйский** (тип марганцевых и железорудных эксгальционно-осадочных месторождений), Центральный Казахстан – **Каражал, Ушкатын III, Жайрем, Ктай, Южный Клыч, Кеткен, Дальнезападный Каражал**. В верхнефаменских отложениях на семи стратиграфических уровнях. Ресурсы марганцевых руд района оценивают в 175 млн т, железомарганцевых руд – 250–275 млн т; 54 – **Розачевско-Тайнинский** марганцеворудный, фосфатоносный район, Южный остров, Новая Земля. Запасы марганца 3 млрд т. Рудные пласты с Mn (мощность от 1 м до 20–25 м) и линзовидные залежи в каменноугольных-пермских отложениях; 55 – **Примагнитогорский** марганцеворудный район. Эксгальционно-осадочные залежи среди девонских яшм, известняков с ресурсами около 150 млн т Mn. Группы месторождений – Учалинская (север). Абзепловская (средняя), Баймакская (юг); 56 – **Верхневорыквинское, Вежаю-Ворыквинское, Верхнеурагское**. Средний Тиман. Месторождения среднедевонских бокситов; 57 – **Пижемская** россыпь, Усть-Пижемский район, Средний Тиман. Средне- и верхнедевонская, ильменит-лейкоксовая. Содержания минералов титана – десятки-первая сотня кг/м³; 58 – **Ярегская** россыпь, Ухтинский район, юг Тимана. Титаноносные, с нефтью, песчаники эйфельнижнего франа. 47,2 % всех запасов титана России; 59 – **Ичень-Ю**, Средний Тиман. Комплексная редкометалльно-алмаз-золотоносная россыпь. Рудные пески среди пород пижемской свиты среднего девона. Собственно продуктивные отложения – верхнеэйфельские; 60 – **Южно-Тяньшаньский** бокситовый пояс. Протяженность 1500 километров от Ферганы до Кызыл-Кумов. Низкосортные диаспоровые и бёмитовые бокситы среднекаменноугольные, но, возможно, также и девонские; 61 – **Калба** (хребет), Восточно-Казахстанская область. Редкометалльные, в щелочных гранитах, с Ta и W, 0,42–0,38 млрд лет; 62 – **Акбакайский** рудный район. Юго-западная периферия Центрально-Казахстанского девонского вулканоплутонического пояса. Девонские золотосульфидно-кварцевые **Акбакай, Аксакал, Алтынмас, Бескемпир, Думан-Шуак, Карьерное, Кенжем, Кенгир, Олимпийское**; 63 – **Ленинское**, Восточно-Казахстанская область. Касситерит-шпелитовое, с топазом, флюоритом в куполах щелочных гранитов, 0,42–0,38 млрд лет; 64 – **Карасу**, Восточный Казахстан. Грейзены с Ta. Герцинское (?); 65 – **Верхнее Эспе**, Чингиз-Тарбагатайская зона, Восточный Казахстан. В Жарминском массиве щелочных гранитов. Грейзены с Ta. Герцинские (?); 66 – **Хандиза**, Южно-Гиссар-

ская зона. Стратиформное медно-цинковое среди отложений среднего палеозоя; 67 – **Большой Каратау**. Медная минерализация среди сланцев среднего-верхнего девона типа Мансфельд; 68 – **Джездинской** группы месторождения, Казахстан (**Джезды, Промежуточное, Найзатас, Жаксы-Котр**). Гидротермальные девонские марганцевые; 69 – **Синюхинское**, Северо-Алтайский золотоносный пояс Алтае-Саянской провинции. Среднедевонское золоторудное скарновое. Рудные столбы, ленты, гнезда содержат 4–40 г/т золота и 0,5–2,0 % меди. Запасы золота, утвержденные в ГКЗ, – 19 т; 70 – **Черѐмуховая сопка**, Горный Алтай. Синюхинский рудный узел. Крупнообъемное золоторудное месторождение, в связи с верхнедевонскими гранитоидами; 71 – **Змеиногорский** рудный район Алтая. Около 40 % ресурсов меди, цинка и свинца локализованы среди вулканогенно-осадочных пород франа, 30 % – в толщах верхнего живета, 15 % – среди вулканитов верхнего эйфелья-нижнего живета, еще 13 % – среди верхнеэйфельских вулканогенно-осадочных толщ. Рудный потенциал вулканитов девона здесь возрастает вверх по разрезу, достигая максимума во франском его уровне. Перекрывающие фаменские и нижнекаменноугольные толщи безрудные; 72 – **Золотухинский** рудный район Рудного Алтая. 89 % рудных ресурсов полиметаллов сконцентрировано в верхнеэйфельских вулканогенно-осадочных породах, 1 % – среди верхнеэйфельских-нижнеживетских толщ, 10 % – среди франских вулканитов. Перекрывающие породы пустыи; 73 – **Ховуаксы** в Туве. Кобальт-никелевое, скарновое. Сформировалось на рубеже раннего и среднего девона; 74 – **Цагаан Суварга** (Tsagaan Suvarga), Восточная Монголия. Верхнедевонское (370 млн лет) медно-порфировое; 75 – **Шутеен** (Shuteen), Монголия. Нижнекаменноугольное (321 млн лет) медно-порфировое; 76 – **Ою Толгой** (Oyu Tolgoi), Монголия. Рудный район с позднедевонскими (373–370 млн лет) золотоносными медно-молибденовыми месторождениями **Южный Оюи, Юго-Западный Оюи, Центральный Оюи, Hugo Dimmett**; 77 – **Дэвис Лейк** (Davis Lake), пров. Новая Шотландия, Канада. Позднедевонское (380 млн лет, U/Pb по цирконам, Ar/Ar по слюде) оловорудное в кварц-мусковит-топазовых грейзенах. Запасы месторождения составляют 56 млн т, содержания 0,165 % Sn; 78 – **Нью Брансуик**, юго-восток Канады. Меднорудные залежи на контакте осадочных толщ групп Уинсор и Хортон нижнего миссисипия. Вкрапленность пирита, халькопирита, борнита и халькозина; 79 – **Злате Гори**, Чешский массив. Инициальная стадия рудообразования 360–330 млн лет, Si, Ba, Se, пирит; 79 – **Злате Гори**, Чешский массив. Инициальная стадия рудообразования 360–330 млн лет. Si, Ba, Se, пирит; 81 – **Эршайр**, Шотландия. Диаспорбѐмит-каолиновые бокситы динанта, под угленосной толщей нижнего карбона; 82 – **Нова Руда**, южная Польша. Диаспоровые бокситы среди сланцев намюра, по поверхности массивов габбро; 83 – **Зимнебережский район ААП**, возраст цирконов из кимберлитов Золотицкого поля – 385 млн лет (средний девон); 84 – **«Лужский кимберлитовый район»** – две диатремы, позднедевонский возраст предполагается по геологическим данным; 85 – **Терскобережский район**, 337–384 млн лет (средний девон – ранний карбон, K-Ar), по флогопиту, мусковиту, апатиту – 407±20 млн лет (ранний девон Rb-Sr); 86 – трубки взрыва Приазовского массива (**Новоласпинский куст**), зоны сочленения Приазовского массива и Донбасса (Покровская, Горняцкая) – поздний девон по палеонтологическим данным, органическим остаткам из ксенолитов; 87 – слабоалмазоносные кимберлитоподобные породы **Североприпятского** района Белоруссии – поздний девон (предворонезские), геологические данные; 88 – **Хибинский массив**, Мурманская область – месторождения **Кукисвумчорр, Юкспор, Расвумчорр, Апатитовый цирк, Эвслоччорр, Партомчорр, Кульпор, Коаива, Олений ручей, Ньоркпакс**. Позднедевонский, 365–369 млн лет (Rb/Sr). Апатиты, Al; 89 – **Ковдорский массив**, Кировский район, Мурманская область. Щелочно-ультрасосновое карбонатитовое, железорудное (Fe – 27,5 %). Добывается также апатит и бадделит. Возраст оливинитов и пироксенитов (Rb/Sr) – 373–376 млн лет, бадделитов из карбонатитов (U-Pb) – 382±3 млн лет; 90 – **Ловозерский рудный район**, Мурманская область. Луявриты, фойяиты, уртиты – каменноугольные (содержат ксенолиты пород ловозерской свиты D₂-C₁). Nb, Ta, Zr, Ti; 91 – **Липов куст**, Мизулинско-Новохоперская зона фанерозойской активизации на севере Ростовской области у ст. Шумилинской. Контрастные солевые ореолы Si и Ni в породах среднего, но особенно верхнего девона (песчано-каолиновая мамонская толща, до 0,5 % меди) над куполом базитов-гипербазитов нижнего протерозоя, с эндогенными проявлениями меди и никеля; 92 – **Подколовновка**, Богучарский район, Воронежская область. Стратиформная залежь (0,2–0,3 м) – песчаники в основании разреза песчано-каолиновой мамонской толщи среднего франа-фамена с бравоитом (Fe, Ni, Co)S₂ и пиритом (55–60 % от общей доли сульфидов), халькопиритом (25–30 %), арсенопиритом (10–12 %). По скважине 229а (%): Ni – 0,4; Si – 0,7; Co – 0,04; Hg – 0,01; Cd – 0,01 и т. д.; 93 – **Тиманский авлакоген**, бассейн р. Цильма. Стратиформное медное оруденение среди нижнефранских отложений: кыновского горизонта и красноцветных известняков и мергелей с прослоями сероцветных глин пашийского горизонта. Более рудоносны (халькозин, ковеллин, борнит, азурит, малахит) прослои глин. В стяжениях меди до 20–50 %, в песчаниках – десятые доли процента, в глинах – до нескольких процентов. Более меденосны интервалы, обогащенные органическим веществом; 94 – **Медзяна Гура**, Свентокишские горы (Келецко-Сандомежская возвышенность), Польша. Стратиформные меднорудные залежи в глинистых и глинисто-карбонатных породах верхнего девона. В серых битуминозных сланцах меди до 3 %, в пестрых глинистых сланцах – 0,2–0,7 %; 95 – **Павловская, Верхнемамоновская, Нижнемамоновская** площади, юго-восток Воронежской антеклизы. Титаносные россыпные месторождения среди туфоогенно-осадочных толщ ястребовского горизонта нижнего франа; 96 – **Старобинское** месторождение у г. Старобин Минской области. Шатиловская впадина Припятского прогиба. Калийные соли данково-лебежанского горизонта верхнего фамена; 97 – **Вагранский** бокситоносный район, Восточный Урал. Бокситы субровского (кобленцкого D₁²) горизонта, **Красная Шапочка** и др.; 98 – **Ивдельское**, Тагильская полоса бокситовых месторождений Восточного Урала. Среднедевонское бокситовое; 99 – **Кыштым**, Челябинская область.

Выходы бокситов богословского горизонта (верхний эйфель D_2^{1a}), превращенных в наждаки; 100 – **Талицкое**, Тагильская полоса бокситовых месторождений Восточного Урала. Среднедевонское бокситовое; 101 – **Пембой**, Северный Тиман. Визейская циркон-ставролит-ильменитовая россыль; 102 – **Северо-Онежский** район. Верхнетурнейские-нижневизейские бокситы. Основное время бокситообразования – алексинское; 103 – **Тихвинский** бокситоносный район. Верхнетурнейские-нижневизейские латеритные бокситы. Основное время бокситообразования – тульское; 104 – **Южно-Тиманский** бокситоносный район. В каменноугольной терригенной толще – бокситоносная пачка, содержащая бокситы и бокситистые углистые и красные глины. На севере Южного Тимана бокситы гиббситовые, на юге – бёмитовые; 105–120 – кимберлиты с позднедевонскими-раннекаменноугольными радиологическими датами, в т. ч. (цифры в кружках): 105 – **Мирнинское** поле, 324, 360–380 млн лет (Rb-Sr), 346, 360, 361,5 млн лет (U-Pb), 352, 358, 389 млн лет (треки урана); 106 – **Алакит-Мархинское**, 345, 350 млн лет (K-Ar), 350 млн лет (Rb-Sr), 363–385 млн лет (треки урана), 344–347,2, 358,1 млн лет (U-Pb); 107 – **Далдынское**, 322, 333–350, 366, 372 млн лет (K-Ar), 329, 370 млн лет (треки урана), 344,1 (U-Pb); 108 – **Верхнемунское**, 334, 354, 360–382 млн лет (K-Ar), 376 млн лет (Rb-Sr), 355, 374, 387 млн лет (треки урана), 344 млн лет (U-Pb); 109 – **Чомурдахское**, 374–381 млн лет (Rb-Sr), 377 млн лет (треки урана); 110 – **Западно-Укукитское**, 374 млн лет (K-Ar); 111 – **Восточно-Укукитское**, 381 млн лет (Rb-Sr); 112 – **Огоньор-Юряхское**, 358,1, 381 млн лет (U-Pb); 113 – **Мерчимдемское**, 326 млн лет (K-Ar), 332–356, 374–380 (Rb-Sr), 347 (треки урана); 114 – **Молодо-Оленекское**, 374, 375 млн лет (Rb-Sr); 115 – **Беенчиге-Куойкское**, 339–352 млн лет (K-Ar); 116 – кимберлиты (дайка) участка **Хатырык**, центральная часть Анабарского щита; 117 – кимберлиты (дайка) участка **Сербиян**, там же, дата 362 ± 7 млн лет; 118 – **Мерлин**, Северные Территории, Австралия. Кимберлитовое поле из 12 диатрем, три из них алмазоносны. Кимберлиты диатремы **Экскалибур**, локализованной на пересечении меридионального и северо-западной ориентировки разрывов, датированы поздним девонем – 367 млн лет; 119 – девонские-раннекаменноугольные кимберлитовые поля **Фушунь** (на севере) и **Фусянь** (на юге) в пров. Ляонин, северо-восточный Китай; 120 – **Шницберген**. Дайки кимберлитоподобных пород Земли Андре (пять даек) и Земли Джеймса I (одна). Содержат пиропы алмазной ассоциации. Возраст – от $315,0 \pm 3,0$ до $334,8 \pm 3,8$ млн лет (Rb-Sr) и от $297 \pm 23,8$ до $422 \pm 33,8$ млн лет (K-Ar); 121–133 – месторождения раннекаменноугольных (?) редкоземельно-редкометаллических пегматитов Западной Аргентины, в т. ч.: 121 – **Ла Мета**; 122 – **Ла Росада**; 123 – **Кабеса де Новильо**; 124 – **Мария дель Хурто**; 125 – **Сема**; 126 – **Сан Луис**; 127 – **Сан Элиас**; 128 – **Ла Викита**; 129 – **Дель Моро**; 130 – **Комечингонес**; 131 – **Лас Тапиас**; 132 – **Каньяда де Альварес**; 133 – **Ла Тотора**; 134 – **Таймыр**, восточная часть. Залежи бокситов и бокситистых глин на закарстованной поверхности в кровле известняков франа; 135 – **Прибалхаиский** железорудный район, юго-восток Центрального Казахстана. Позднегерцинские скарновые железорудные пластовые месторождения в карбонатных породах формаций медно-магнетитовой (**Каратас**, **Мыншукыр**, **Новалы**, **Саяк**) и магнетит-гематитовой (**Баны**, **Дюсень**, **Уштобе**). Известны проявления железных руд (**Жиндау**, **Итбас**, **Калмакжасакан I и II**, **Караишат**, **Сузыскара**), относимые к формациям железистых кварцитов, широко распространенные среди яшмов-варцитов кызылской свиты среднего ордовика Кызык-Итмурундинского антиклинория. Гематитовые руды, эксгальационно-осадочные, с мощностью залежей 15–60 м, встречены и среди девонских кварцитов, порфиристов, кремнистых сланцев; 136 – **Шляйцкая** (группа месторождений), Тюрингия, Германия. Железорудные эксгальационно-осадочные среди пород девона. Обогащены марганцем, до 10 %; 137 – **Суха Рудна**, горы Есеник, Словакия. Золоторудное, в девонских черносланцевых толщах; 138 – **Домун Гол**, Пакистан. Диаспор-бёмитовые бокситы среди известняков девона. Мощность пласта – 6 м; 139 – **Леон**, Испания. Гиббсит-галлуазитовые бокситы предположительно среднедевонского возраста. Некоторые авторы (Д. Бардоши) считают бокситы молодыми, образовавшимися в результате выветривания пиритноносных глин [67, с. 325]; 140 – **Приалданская меденосная провинция**, юг Якутии и север Забайкальского края. Курпанжинское (Менкюлинское) медепоявление в нижнекаменноугольных осадочных толщах. Три меденосных горизонта среди серо-зеленых туфов (халькопирит, борнит). Два горизонта меденосных пород известны и на рубеже франа и фамена (проявление Кубулуун с содержанием меди 2,89 %) [356, с. 99–101]; 141–142 – площади распространения осадочных железных руд (железорудные бассейны), в т. ч.: 141 – среднего, но преимущественно верхнего девона «ниньяньского» типа – оолитовые гематитовые, частично сидеритовые. На восточной периферии антиклинория Цзяннань и юге поднятия Цзуньши залежи железных руд в песчаниках базального горизонта среднедевонской свиты Сунцзяцяо и кварцевых песчаниках верхнего девона [380, с. 139, 479]; 142 – послесреднеордовикские-допозднекаменноугольные массивные гематитовые и бурожелезняковые типа **Шаньси** на континентальных поднятиях под отложениями S_{2-3} ; 143 – **Вудс Пойнт** (рудное поле), штат Виктория, Австралия. Месторождения **Уалхалла** (Уайалла), **Морнинг Стар**, **Гриффис**. Золотокварцевые жилы, возникшие на рубеже раннего и среднего девона (380 млн лет), в связи с изогнутыми дайками диорит-порфиристов мощностью 50–250 м и протяженностью до 200–500 м. Жилы прослежены на расстоянии до 0,5 км. В них 95 % кварца, около 3–4 % ранних серицита, альбита, анкерита, 1–2 % рудных (галенит, сфалерит, арсенопирит, пирит, бурнотит, миллерит тетраэдрит, золото самородное). С конца 1860-х гг. по 1965 г. добыто 98 т золота. Малоомощная жила **Гриффис** содержала 600 г/т золота [360, с. 81–83]; 144 – бокситоносный район Куньмин (на известняках ордовика бокситы **Цаопу** – S_2 , в других залежах – S_2-3); 145 – **Гуньсянь**, пров. Хэнань). Серые огнеупорные глины и бокситы в кровле закарстованных известняков ордовика. Пласт диаспор-бёмитового боксита мощностью 2–6 м; 146 – **Амнокван** (бассейн реки), КНДР. Залежи бокситов в основании среднепалеозойской свиты хончжон

Китайской. Интересно, что новые находки среднепалеозойских кимберлитовидов на Шпицбергене [14] и южной залива Карпентария [42] вновь оказались всё в той же достаточно компактной полосе. Любопытно отметить, что здесь же расположены и все известные аккумуляции раннегерцинских бокситов и прочих образований мощных кор выветривания. Последних нет на континентах Нового Света, в Африке и Антарктиде. Однако на Восточно-Европейской, Китайской платформах, Таймыре и в Средней Азии они нередко содержат промышленные скопления бокситов. Случайно ли, что указанная на рисунке полоса оказалась вместилищем для *всех* известных на Земле диатрем среднепалеозойских (читай, позднедевонских) кимберлитов? Нет, в позднем девоне произошло не только *возрождение* рифейских рифтов, но – *заложение* новых. Об этом важно упомянуть, потому что без вспышки рифтогенеза нет ни кимберлитов, ни карбонатитов. При этом воздымающиеся колонны первых доходят до поверхности Земли только в наиболее стабильных её областях, маркированных мощными корами и внеявными разломами, присутствие которых ведет к резкому сбросу давления и застыванию кимберлитов на больших глубинах. Лишь *после* возникновения трубок взрыва по ним угадывается положение *вновь возникшего* глубинного разлома. Вторые, наоборот, контролируются *уже существующими* разломами. Кое-где рифтогенез продолжился и в раннем карбоне (Вилуйская субпровинция ЯАП), что и позволило говорить об общей для среднего-позднего дево-

на и раннего карбона единой «среднепалеозойской эпохе мощного корообразования и кимберлитового магматизма» [38].

Облик мегапровинции определяют также многочисленные массивы позднедевонских ультраосновных щелочных пород с карбонатитами Балтийского щита, месторождения массивных сульфидов Урала, Алтая, медно-молибденовых порфировых Монголии. Охарактеризуем подробнее частные ИМП, в которые все они входят.

Иа. Восточно-Европейская ИМП. К описываемому этапу относится становление всех ныне известных диатрем кимберлитов Архангельской алмазонасной субпровинции (с Терским берегом Кольского полуострова), кимберлитов и кимберлитоподобных пород Приазовья, Белоруссии, Лужского района Главного девонского поля, Шпицбергена, Вилуйской субпровинции Якутии, Северной Австралии.

Архангельская субпровинция. А. Д. Харькив и др. [44] отметили свойственную ей концентрическую зональность. В центре субпровинции расположены кимберлитовые тела, по периферии – пикритовые диатремы, а еще далее от центра – базальтовые. Собственно, Архангельская субпровинция занимает восточную часть архейского Кольского кратона, рассеченного несколькими рифейскими рифтами, входящими в состав Керецко-Лешуконского авлакогена, в понимании Р. Н. Валеева [7].

Общие сведения о кимберлитах субпровинции помещены в таблице 1.

Т а б л и ц а 1

Характеристика тел верхнедевонских кимберлитов Зимнего берега. По [42, табл. 2.2, с. 51]

Поле	Названия трубок	Морфология и размеры			Кол-во фаз внедрения	Основные разновидности состава пород кратерной фации
		Площадь, га	Длина, м	Ширина, м		
Золотицкое	Им. Ломоносова	20,2	600	450	2	Ксенотуфобрекчия, автолитовая брекчия
	Карпинского-1	18,8	880	250	2	Ксенотуфобрекчия, автолитовая брекчия
	Карпинского-2	10,2	575	430	2	Ксенотуфобрекчия, автолитовая брекчия
	Архангельская	20,6	620	550	2	Автолитовая брекчия
	Пионерская	38,0	1200	500	2	Ксенотуфобрекчия, автолитовая брекчия
	Поморская	5,616,6	400	240	1	Ксенотуфобрекчия
Верхотинское	Им. В. П. Гриба	16,6	570	48	2	Ксенотуфобрекчия, автолитовая брекчия
	Верхотина	16,0	173	138	1	Ксенотуфобрекчия

И. В. Поляков и др. [36, с. 121] приводят данные о возрасте кимберлитов **Ермаковского** поля Терского берега, которые были открыты в 1986 г. (**Терскобережный** кимберлитовый район). Исследованные К-Аг методом, они датируются 337–384 млн лет (средний девон – ранний карбон), Rb-Sr по флогопиту, мусковиту, апатиту – 407 ± 20 млн лет (ранний девон). Появились, правда, и существенно иные радиоизотопные материалы. Б. В. Гавриленко с соавторами [4] получили Rb-Sr дату для терскобережных кимберлитов – 465 ± 12 млн лет (ордовик). А. А. Деленицын и Б. В. Гавриленко [10] сообщили о Sm-Nd возрасте этих кимберлитов – 461 млн лет. Важно, что *в пределах самого Терского района имеются и разновозрастные карбонатиты Турьинского мыса* с апатитовой и редкометалльной минерализацией [35, с. 288, 289].

Как и на Зимнем берегу, алмазоносные магматиты Терского берега (с Зимнебережными их иногда объединяют в общую **Беломорскую** субпровинцию) контролируются разрывами северо-восточного и северо-западного простираний, сформировавшимися в ходе палеозойской активизации.

По лабораторным испытаниям 1985–1988 гг., установлена алмазоносность 2 трубок Терского берега. В диатреме «Ермаковская-7» в пробе весом 8,2 т обнаружены 132 зерна алмаза 0,1–1,0 мм размерностью, в «Ермаковской-20» из пробы 0,42 т извлечены 5 кристаллов. Размеры диатремы «Ермаковская-7» – 100 x 100 м. У нее сохранились не только жерловая, но и субкратерная фация флогопит-оливиновых кимберлитов. Здесь установлены минералы алмазной ассоциации: хромшпинелиды с $Cr_2O_3 > 62\%$, малокальциевые хромпиропы группы G-10. В новой пробе из «Ермаковской-7» есть алмазы классов $-2 + 1$ мм и $-1,0 + 0,5$ мм. Первые преобладают по массе, вторые – по количеству. Картирование валунов и галек в пляжевой зоне Белого моря позволило наметить контуры еще двух кимберлитовых полей – **Пулоньгского** и **Снежнинского** [35, с. 293, 294].

Тиман. Обширный регион Тиманского кряжа, несмотря на байкальский возраст его фундамента, многие авторы продолжают считать перспективным на обнаружение, в т. ч. среднепалеозойских алмазоносных магматитов. В пользу такого мнения говорит наличие здесь многочисленных россыпных проявлений алмаза, в т. ч. среднедевонской россыпи Ичеть-Ю, а также многочисленных тел магматитов, родственных кимберлитам. Таковыми являются альнеиты Умбинского поля, возраст которых оценивается по U-Pb соотношению в 400 млн лет,

ранний девон [26, с. 194, 449]. (Альнеиты – глубокие щелочные породы, состоящие на две трети из мелилита $(Ca,Na)_2(Al,Mg)[(Si,Al)_2O_7]$ и биотита, с фенокристами оливина. Они могут ассоциировать с кимберлитами).

Белорусская антеклиза. **Североприпятский** район Белоруссии исследуется в связи с рассматриваемой проблемой относительно недавно. Здесь выявлены [33, с. 149–150] 30 трубок взрыва щелочно-ультраосновных пород (Жлобинское и Уваровичское поля), считающихся позднедевонскими. Породы весьма близки кимберлитам Приазовья, пикритовым порфиритам севера ЯАП, беспироксеновым оливиновым мелилитам Архангельской субпровинции, Тимана. В 8 трубках обнаружены кристаллы алмаза размерностью 0,17–0,3 мм розового и зеленого цветов. Состав индикаторных минералов указывает на резкое преобладание эклогитового парагенезиса, а отдельные зерна пиропов и клинопироксенов могут быть отнесены к алмаз-пироповой фации глубинности. Некоторые белорусские трубки, например «**Цупер**» [24], фиксируются в современном тепловом поле – их границам соответствуют аномалии температуры амплитудой примерно в $0,2^\circ C$. Это явление объяснено повышенной проницаемостью для эндогенного теплового потока границ диатрем. Геотермические исследования рекомендованы в качестве способа поисков кимберлитов в осадочном чехле региона. Возраст кимберлитоподобных пород **Жлобинского** поля считается не просто позднедевонским, но – предворонежским [46]. Позднее появилось сообщение [21, с. 93] о том, что трубки взрыва прорывают семилукские отложения и перекрыты алатырскими (петинскими), т. е. возраст существенно уточнен. Помимо Северо-Припятского, цитированные авторы выделяют на территории Белоруссии еще шесть потенциальных кимберлитовых районов, исследование которых пока находится в начальной стадии.

Главное девонское поле. **Псковское и Ладожское** поднятия М. В. Михайлов с соавторами [31, с. 125–127] описали в качестве одноименных кимберлитовых областей ими же выделенной Западно-Русской кимберлитовой субпровинции. Лужский кимберлитовый район входит в Псковскую кимберлитовую область. Минералы-спутники локализованы в базальных горизонтах верхнего девона. Больше всего встречено пикроильменитов, затем (по убывающей) – пиропов, хромшпинелидов, хромдиопсидов. Две трубки найдены в нижнем течении р. Оредеж в 1,7 км друг от друга с севера

на юг. Они прорывают белые кварцевые песчаники среднего девона и перекрыты красноцветными мелко- и среднезернистыми песчаниками верхнего девона. В диссертационной работе М. Ю. Ладыгиной [23] показано, что конгломерато-брекчии Лужского участка и есть коренные экструзивные алмазоносные породы и то, что они залегают среди кратерных фаций диатремы кимберлитов. Становление кратерных фаций диатрем происходило в мелководных условиях аматского времени позднего девона, что вело к немедленному захоронению трубок и сказалось на слабой выраженности ореолов рассеяния минералов-спутников алмаза (МСА) по латерали. Подобные наблюдения представляют значительный практический интерес при организации поисковых работ.

В цитируемой работе последовательно рассмотрен химизм трубочных пиропов, хромшпинелидов, хромдиопсидов. Для первых двух минералов показано, что часть обнаруженных зерен принадлежит алмазному минералогическому парагенезису, т. е. встречается в виде включений в алмазах или образует с последними сростки. Хромсодержащие пироксены в этом отношении менее информативны, но действительно происходят из кимберлитов. Особенностью Лужских коренных алмазоносных пород является присутствие пикроильменит-армоколитовых агрегатов, отличающихся крайней неустойчивостью при транспортировке экзогенными агентами. Их повышенные концентрации обнаруживаются только близ коренных выходов конгломерато-брекчий, относимых к коренным экструзивным породам. Выявлены шесть точек, отстоящих друг от друга на несколько километров, где присутствуют как конгломерато-брекчии, так и (в осадочных отложениях) пикроильменит-армоколитовые агрегаты.

М. В. Михайловым и др. [30, 31] описана для трубок положительная корреляция Y и P_2O_5 , типичная для кимберлитов. Глинистая составляющая брекчий по характеру распределения и содержаниям Rb, Zr, Nb, TR идентична кимберлитам ААП. В конгломерато-брекчиях (проба 2,7 м³) встречены 12 зерен алмаза от 0,5 до 1,5 мм, из которых 6 – округлые кристаллы (два кубоида, додекаэдрониды и двойники додекаэдроида, блоковый додекаэдронид), а 6 – их обломки. Пиропов много (размерность 0,1–1,0 мм, десятки знаков на 20 л породы). Они сохранили все тончайшие скульптурные признаки взаимодействия с расплавом.

М. В. Михайловым с соавторами [30, 31], М. Ю. Ладыгиной [23] обобщены материалы по

МСА, содержащимся в девонских отложениях Главного девонского поля, на территории, относимой этими авторами к «Западно-Русской кимберлитовой субпровинции». На Псковском поднятии МСА обнаружены в отложениях и среднего и верхнего девона. В среднедевонских породах пярнуского, наровского, арукюлаского, буртниецкого горизонтов есть только пиропы. Их количество на 20-литровую пробу составляет 1–3 знака, возрастая по р. Мге до 13. Большинство зерен принадлежит классам $-0,5 + 0,25$ мм, но есть и несколько более крупные. Они содержат 18,74–21,7 мас. % MgO; 2,79–9,50 мас. % Cr₂O₃; 4,49–6,50 мас. % CaO и относятся к лерцолитовому парагенезису. Большой износ и небольшие содержания пиропов позволили М. В. Михайлову и др. [30] предположить их дальнепринесенной характер (возможно, из Финляндии). В верхнедевонских отложениях Псковского поднятия обнаружены алмазы и их спутники. Алмазов всего обнаружено 12, в числе которых додекаэдрониды, блоковый додекаэдронид, двойники додекаэдронидов, два кубоида, остальные обломки; в своем большинстве они бесцветные, но есть и дымчатые разновидности. Пиропы (0,2–1 мм) найдены в десятках точек. Они угловато-округлые, округлые, иногда кубоидные. Соответствуют дунитовой, эклогитовой, низко-, умеренно-, высокохромистой лерцолитовой и дунит-гарцбургитовой ассоциациям. Содержание пикроильменита доходит до сотен знаков на 20 л породы. Содержание MgO варьирует от 4,37 до 9,50 %, TiO₂ – 43,04–57,93 %. Пикроильмениты принадлежат кимберлитовой ассоциации. Хромдиопсиды представлены единичными зернами и отвечают, по пониженным содержаниям глинозема и некоторому увеличению содержания Na₂O, особенностям этого минерала из кимберлитов. Хромшпинелиды содержатся у места находки алмазов в количестве до десятков знаков (размерами 0,2–0,5 мм) на 20 л пробы. Некоторые зерна по содержанию Cr₂O₃ (> 62 %) могут быть отнесены к алмазному парагенезису. Лужский ореол на одноименном поднятии в бассейне р. Оредеж отличается высокой контрастностью в распределении МСА. В верхнедевонском коллекторе содержания минералов-спутников доходят до сотен знаков на 20 л. Здесь содержится их полный набор, наличие которого и привело к открытию двух кимберлитовых тел.

Украинский щит. Верхнедевонские щелочные ультраосновные породы, которые во многих работах называются кимберлитами, были впервые открыты в зоне сочленения Приазовского массива и Донбасса в 1978 г. (Петровская трубка). Осо-

бенностью пород этого тела было преобладание хромшпинелидов над пиропами и прочими индикаторными минералами и почти полное отсутствие пикроильменита. Проба петровских ультраосновных ксенобрекчий массой 800 т алмазов не содержала [27, 47]. В 1990–1998 гг. были открыты в пределах Приазовского массива трубки **Надия** (30×60 м), **Южная** (105×300 м), **Новоласпинская** (40×50 м) и дайки **Новоласпинская** (длина 300 м) и **Южная** (параметры не определены), сопряженные с соответствующими трубками. Они образовали Новоласпинский куст, входящий в Петровско-Кумачевское поле. Тела кимберлитов приурочены к широтной Новоласпинской зоне разломов и залегают под лессовидными суглинками мощностью 2–15 м. Их развернутая петрологическая характеристика приведена в работе А. И. Чашки [48], использованная ниже. Этим автором отмечено, что все тела кимберлитов содержат полный набор минералов-индикаторов. В породах диатрем Новоласпинская и Надия их содержание составляет 40 % от массы тяжелой фракции, в то время как среди пород трубки Надия присутствуют только единичные зерна пироба, хромшпинелидов, хромдиоксида и очень мало пикроильменита. Наиболее обогащены пиропом и хромдиоксидом кимберлиты диатремы Новоласпинская – 3,3 и 2,8 % соответственно в тяжелой фракции. Большинство фигуративных точек пиропов на диаграмме CaO – Cr₂O₃ попадают в поле лерцолитов, но некоторые – в алмазоносное поле.

Кимберлиты Приазовья сравнительно титанисты, что вполне согласуется с их неалмазоносностью (титан – барофобный элемент). Средние содержания TiO₂ в породах колеблются в интервале 2,44–3,26 %, что заметно выше значений для наиболее продуктивных кимберлитов ЯАП. Соответствие пород Новоласпинского куста кимберлитам подтверждены заключениями ИГЕМ, Де Бирс,

а также такими признанными исследователями в области петрологии кимберлитов, как А. П. Бобриевич и Е. В. Францессон.

Архипелаг Шпицберген. В последние годы здесь выявлены дайки раннекаменноугольных кимберлитовидов. По сообщению А. Н. Евдокимова с соавторами [14, 15], пять даек там встречены на Земле Андре и одна – южная – на Земле Джеймса I северной Экманфьорда. Все они почти субмеридиональны (СЗ 350°), локализованы среди терригенных отложений среднедевонской свиты Грей Хук и имеют мощность около 0,5 м. Пять северных даек сложены пикритами, и в одной из них наблюдались ксенолиты верлитов, лерцолитов, дунитов. Южная дайка с Земли Джеймса I – базальтовая, перекрытая отложениями карбона. В ней встречены три обломочных зерна фиолетово-красных пиропов (пиропового минала 72,2–80,1 %). В двух зернах этих пиропов присутствует кноррингитовая компонента, 4 % и 17,5 %, в одном – 15 % уваровитового минала. Одно из этих зерен на диаграмме Н. В. Соболева (соотношения Cr₂O₃ – CaO) оказалось в поле гранатов алмазной ассоциации, два других – в поле, отвечающем лерцолитам. В Институте геологии и геохронологии докембрия выполнены определения возраста трех образцов, отобранных из северных даек (табл. 2).

На Кольском полуострове некоторые рудоносные интрузивные массивы имеют девонский-раннекаменноугольный возраст: **Африканда**, **Озерная Варака**, **Турий Мыс**. В позднем девоне (365–369 млн лет, Rb/Sr) сформировалась крупнейшая в мире (1327 км², по [42, с. 448]) многофазная интрузия агпайтовых нефелиновых сиенитов, которая в современном рельефе представлена горной страной Хибинские тундры.

Перечислим основные минерагенические типы месторождений Кольско-Двинской субпровинции, в т. ч. с использованием табл. 3.

Т а б л и ц а 2

Радиоизотопный возраст даек кимберлитоподобных пород Шпицбергена.

Определения выполнены в Институте геологии и геохронологии докембрия. По [15, табл. 5, с. 455]

№ п/п	Дайка кимберлитовидов и № пробы	Возраст, млн лет	
		Rb-Sr	K-Ar
1	2 (41–23)	334,8 ± 3,8	357 ± 28,6
2	3 (41–24)	315,0 ± 3,0	297 ± 23,8
3	Петермана (222–7)	326 ± 2,6	422 ± 33,8 (возможна значительная ошибка определения)

Общая характеристика карбонатитовых массивов севера Восточно-Европейской платформы
(субпровинции Кольско-Двинская, Тиманская, Скандинавская.

С использованием [42, с. 444, 445, 448, 451, 452, 455–459; 396, с. 169, 173]

№ п/п	Субпровинции карбонатитов	Массив карбонатитов	Соотношение объемов фаз «ультрабазиты»: «ийолиты»: «сиениты»: «карбонатиты», в %	Площадь массива, км ²	Возраст, млн лет	Запасы, млн т (сод-ие, % пол. компонентов)
1	Кольско-Двинская	Африканда	90:9:0:01	6,5	358	P, Fe, Ti – 50 млн т (20%)
2		Вуориярви	78:15:0:7	19	390	Nb ₂ O ₅ – 0,4 млн т (0,3 %), Ti – 0,05 млн т (15 %), Ta ₂ O ₅ – 0,02 млн т (0,015 %), ZrO ₂ – 0,6 млн т, U ₃ O ₈ – 0,01 %
3		Кандагубский	3:55:25:17	3	400	Nb ₂ O ₅ – 1 тыс. т (0,15 %), барит – 50 тыс. т (3 %)
4		Ковдор	63:33:1,5:17	40	376–373 (Rb/Sr), 382 ± 3 (U-Pb). 450 (?)	флогопит – 7 млн т (20 %), вермикулит – 0,5 млн т (0,5–8,5 %)
5		Ковдозеро	10:90:0:0	0,05	450	
		Контозеро	50:20:0:30	48	380 ± 8,4 (Rb-Sr) 510 &	P ₂ O ₅ – 300 млн т (3 %)
6		Кургинский	85:5:10:0	30	420	
7		Лесная Варака	99:0:0:1	9	1000 ?	P ₂ O ₅ – 0,25 млн т (2,5 %), Fe – 5 млн т (15 %), Ti – 5 млн т (10 %)
8		Озерная Варака	48:47:0:5	0,8	365	P ₂ O ₅ – 0,25 млн т (3 %)
9		Песочный	95:5:0:0	6,5	350	P ₂ O ₅ – 0,5 млн т (3,5 %)
10		Саллалатвинский	0:85:0:15	4,2	450	Nb ₂ O ₅ – 0,15 тыс. т (0,2 %), TR ₂ O ₃ – 2,5 млн т (1,1 %), P ₂ O ₅ – 5 млн т (1,5 %), барит – 30 млн т (10 %)
11	Салмагорский	15:83:1,5:0,5	20	375	Ti, Fe, P	

Продолжение табл. 3

№ п/п	Субпровинции карбонатитов	Массив карбонатитов	Соотношение объемов фаз «ультрабазиты»: «ийолиты»: «сиениты»: «карбонатиты», в %	Площадь массива, км ²	Возраст, млн лет	Запасы, млн т (сод-ие, % пол. компонентов)	
12	Кольско-Двинская	Себляярви	75:22:0:3	16	385 Возраст рудных пироксенитов – 410 ± 7 млн лет (Rb-Sr), карбонатитов – 408 ± 7 (Rb-Sr)	Nb ₂ O ₅ – 0,05 млн т (0,15 %), P ₂ O ₅ – 100 млн т (6 %), Fe – 150 млн т (10 %), Ta ₂ O ₅ – 0,01 %, ZrO ₂ – 0,03 млн т (0,17 %)	
13		Тикшеозерский	75:15:0:10	30	1950	P ₂ O ₅ – 40 млн т (4 %)	
14		Хибинский	0,5:7:92:0,5	1327	375	Nb ₂ O ₅ – 1 тыс. т (0,12 %), TR ₂ O ₃ – 0,01 млн т (0,8 %), P ₂ O ₅ – 635 млн т (14 %), нефелин	
15		Центральный		5:5:80:10	20	375	P ₂ O ₅ – 10 млн т (3 %)
16							
17	Тиманская	Косью	0:0:0:100	0,1	620	P ₂ O ₅ – 1 млн т (2,5 %)	
18	Скандинавская	Фён, Норвегия	0:20:0:80	5	590	Nb ₂ O ₅ – 1 тыс. т (0,2 %), TR ₂ O ₃ – 0,05 млн т (1,5 %), P ₂ O ₅ – 10 млн т (3 %), Fe – 10 млн т (30 %),	
19		Сокли, Финляндия	0:0:0:100	20	380, по другим данным, 368–362 млн лет [149, с. 268]	Nb ₂ O ₅ – 3 млн т (0,3 %), P ₂ O ₅ – 30 млн т (15 %), Fe – 50 млн т (35 %),	
20		Сиилиярви, Финляндия	0:0:25:75	15	1785, по другим данным – 2, 6 млрд лет [149, с. 268]	P ₂ O ₅ – 30 млн т (8 %)	

Интрузивное тело Хибинского массива, по одним данным, лакколлит, по другим, лополит, находится на сочленении Имандра-Варзугской зоны карелид и архейских гранитогнейсов. С ним связаны крупнейшие в мире месторождения апатит-нефелиновых руд магматического типа, связанных с ийолит-уртитам. Возраст пород Хибинского массива, по данным Л. Н. Когарко и др. [41], U. Gramm et al. [53] – 365–369 млн лет (Rb/Sr). Полагают, что он сформировался на глубине не менее 5 км [35, с. 67], и уже к концу девона оказался выведенным на уровень моря или несколько ниже. С массивом связаны апатит-нефелиновые руды месторождений **Кукисвумчорр, Юкспор, Плато Равсвумчорр, Юкспор, Апатитовый цирк, Эвеслогчорр, Партомчорр, Куэльпор, Коашва, Олений ручей, Ньоркпакх**. По содержанию апатита различают руды существенно апатитовые пятнистые и пятнисто-полосчатые (60–80 % апатита), апатит-нефелиновые линзовидно-полосчатые и полосчатые (30–50 %), блоковые (30–40 %), сетчатые и массивные (20–30 %), брекчиевые (20–40 %). Пироксенит-оливинит-ийолитовое тело Хибинского месторождения **Африканда** содержит титанильменит-перовскитовые залежи, в которых присутствуют минералы ниобия и редких земель, а концентрации перовскита с 2–11 % TR_2O_3 могут составлять 30 %. Массивы **Ковдор и Лесная Варака** в апатит-магнетитовых рудах содержат бадделеит ZrO_2 . В массиве **Вуориярви** встречены два штока карбонатитов, перовскит и татиномагнетит которых обогащены этим элементом [5, с. 48, 111].

Ковдорский массив (Кировский район, Мурманская область) щелочно-ультраосновных пород с карбонатитами занимает площадь 40,5 км². Его позднедевонский возраст доказан: оливиниты и пироксениты формировались в интервале 376–373 млн лет (Rb/Sr), бадделеиты из фоскоритов и карбонатитов (U-Pb) – 382 ± 3 млн лет [4, с. 136]. Приводят и более древнюю дату – 450 млн лет, но, кем и каким способом она получена, неясно [42, с. 448]. Руды апатит-форстерит-магнетитовые, форстерит-магнетитовые, вкрапленные и массивные. Их запасы составляют 0,54 млрд т. Средние содержания железа – 27,5 %, фосфора – 2,9 %. Залежи дают значительное количество апатитового и бадделеитового концентрата [1, с. 15]. Однако не только они определяют минерагенический облик Ковдорского массива. С ним связаны также месторождения: уникальное флогопитовое (крупнейшее в мире), вермикулитовое (самое большое по запасам в СНГ), оливинитовое (для производства огнеупо-

ров), апатит-штаффелитовое (фосфатная шляпа на апатитоносных кальцитовых карбонатитах, в связи с линейно-трещинными корами выветривания).

Иб. Восточно-Сибирская ИМП. Раннегерцинские радиологические даты имеются [16, с. 49–50; 169] для трубок 12 кимберлитовых полей ЯАП (табл. 4). Обычно этот «поздний» – второй – основной массив определений возраста вещества кимберлитов укладывается в интервал 380–310 млн лет и отделен «пустым» промежутком в 10–20 млн лет от массива «каледонских» дат (400 млн лет и древнее, например, Накынского поля).

Основные поля среднепалеозойских кимберлитов расположены в центральной части платформы, Вилюйской субпровинции ЯАП. Однако появляется все больше данных о среднепалеозойских алмазоносных диатремах Анабарской субпровинции, где они соседствуют с мезозойскими и даже палеогеновыми. В Куонамском районе среди архейских пород, относимых к наиболее древней далдынской серии, НПО Аэрогеология выявлены среднепалеозойские кимберлиты [29]. Возможно, они алмазоносны – в районе открытой трубки **Сербеян** в аллювии встречены неизношенные алмазы. Тела, по данным Д. Т. Мингазова и др., представлены кимберлитовыми дайками. На участке Сербеян 8 таких даек обнаружены на площади 0,5 км × 1,0 км в призматической части архейской складки. Все они попадают в зону повышенной проницаемости, дешифрируемой на аэрофотоснимках, субпараллельны и отделены друг от друга «пустыми» интервалами по 25–150 м. Длина их колеблется в интервале 100–700 м. В пределах участка Хатырык (правобережье р. Б. Куонамка) известна только одна подобная дайка, но, судя по характерным геохимическим аномалиям Cr, Ni, Co, Nb и встреченным в элювии обломкам кимберлитов, их здесь несколько. Средний возраст по двум датам для кимберлитов участка Сербеян – 362 ± 7 млн лет (Rb/Sr, ЯИГН СО РАН, Ф. Ф. Брахфогель), что соответствует франскому веку.

В периферических частях платформы (Прианбарская, Сетте-Дабанская провинции) продолжилось становление карбонатитовых массивов. В Прианбарье (массив Томтор) в раннекаменноугольную эпоху (340–320 млн лет назад) появились кальцит-хлорит-серпентиновые метасоматиты по щелочным габброидам, в Сетте-Дабане (Горноозерский массив) – нефелиновые сиениты центральной части (K-Ar) – 348; магматические карбонатиты (по флогопиту, K-Ar) – 387, то же (Rb-Sr) – 378; магнезиальные апокарбонатитовые

Краткая характеристика среднепалеозойских кимберлитов Якутской алмазонасной провинции.
С использованием [42, с. 472, 473, 477, 481, 494, 478, 479, 482, 483, 495, 498] и др.

№ п/п	Кимб. поле, число тел	Кимб. трубки	Длина, м	Ширина, м	Площадь, га	Возраст, млн лет	Сод-ние хрома в пиробах (среднее–максимальное, в %). Сод-ние алмазов
1	Мирнинское. 8 тел, 5 с алмазами	Мир	490	320	14,0	362	3,8–11,8. Высокое
2		Спутник	140	90	1,0	362	3,8–10,4. Низкое
3		Интернациональная	240	180	3,4	352	4,95–12,70. Уникальное
4		Им XXIII съезда КПСС	120	80	0,8		5,0–10,5. Уникальное
5		Дачная	120	100	0,9		4,9. Низкое
6	Алаakit-Мархинское. 56 тел, 5 с алмазами	Айхал	600	100	4,7		6,7–12,8. Уникальное
7		Сытыканская	800	100	6,3	344	4–11. Низкое
8		Юбилейная	1200	600	59	358	4,29–12. Среднее
9		Озёрная	200	100	1,6		3,95–11. Низкое
10		Краснопресненская	360	240	6,8		5,5–10,5. Низкое
11		Комсомольская	50	200	7,9	379	4,24–11. Низкое
12	Далдынское	Удачная Западная	500	300	1,667	357	Высокое
13		Удачная Восточная	350	300	1,167	367	6–13. Высокое
14		Зарница	520	480	1,083		3,16–11,4. Низкое
15		Дальняя	350	300	1,167	355	4,7–15,4. Низкое

скарны (по флогопитам, кальцитам) – 343 ± 25 . В южной части произошло становление тел нефелиновых сиенитов с датами по биотиту (K-Ar) – 372 млн лет [16, с. 19–31, 104–109, 128].

О том, что алмазонасный потенциал среднепалеозойского этапа еще не вполне раскрыт, свидетельствуют многочисленные находки минерала в каменноугольных толщах на севере и западе платформы. Россыпные алмазы и сопровождающие хромистые пиробы известны в нижнекаменноугольных отложениях нуччаюрегинской свиты Кютюнгинской области Лено-Анабарской субпровинции на севере ЯАП, выделенной по типоморфным особенностям минерала [17, с. 22]. Они в этом самом древнем промежуточном коллекторе были открыты Н. В. Соболевым, Ю. П. Беликом, Н. П. Похиленко [40]. Пиробы из нуччаюрегинской свиты нередко принадлежат алмазной ассоциации (7,1 %). С. А. Граханов [8, с. 22] отметил, что алмазов I разновидности здесь 88,2 %, ламинарных камней ряда октаэдр-ромбододекаэдр – 75,9 %, а округлых индивидов только 11,2 %. Все это признаки богатых коренных источников. Алмазов «эбеляхского» типа нет вовсе. Н. Н. Зинчук с соавторами отнес местную ассоциацию к особому «кютюнгинскому» типу, для которого характерны кристаллы октаэдрического и переходного к ромбододекаэдрическому облика (50 %), а также замет-

ное участие полуокруглых ромбододекаэдров с блоковой структурой и алмазов с оболочкой. Цитируемые авторы предположили существование в этом районе богатых кимберлитовых тел среднепалеозойского возраста. О том, что вероятные источники находятся в Далдыно-Толуупском междуречье под толщами траппов, говорит, по их мнению, леденцовая скульптура поверхности кристаллов алмаза «кютюнгинского» типа, признак их продолжительного нахождения в прибрежной зоне.

Ив. Урало-Монгольско-Алтайская ИМП. На Урале в раннем эйфеле вулканотектонические впадины диаметром до нескольких десятков километров испытали вздымание. Их заполнили кислые известково-щелочные породы, вмещающие крупные и уникальные месторождения массивных сульфидных руд, такие как **Гайское, Касаргинское, Октябрьское** (Маканское рудное поле), **Сибайское, Юбилейное** и др. Установлены несколько ритмов поступления кислых вулканитов, с каждым из них связано отложение массивных сульфидов.

В позднем живете здесь накапливались известково-щелочные вулканиты, среди которых преобладали андезитобазальты и андезиты. Однако кое-где, например в окрестностях нынешнего Магнитогорска, андезитов в разрезах нет (рудный район **Александринки**). Полиметаллические и золото-

барит-полиметаллические массивные сульфидные залежи Баймакского («куроко») типа ассоциируют с кислыми вулканитами. Кремнисто-терригенные и карбонатные толщи на востоке островной дуги, синхронные верхнеживетским лавам, содержат золотоносные вулканогенно-кремнистые образования (месторождение **Муртыкты**) [52].

Верхнеживетские щелочные вулканиты накопились во фронтальной зоне Восточно-Магнитогорской островной дуги. Большие шлаковые и агглютинантные массы, пизолитовые туфы, прочие продукты субаэральных и мелководно-морских извержений отмечены в комплексе Куросан и вулканическом поясе Гумбейка. Золотосеребряные адуляр-кварцевые месторождения **Куросанской** группы ассоциируют с андезито-базальтами и сопровождающими их многочисленными интрузивами, несущими медно-порфиоровое и золото-кварцевое оруденение.

В раннем карбоне крупные аккумуляции магнетитовых скарнов появились в пределах Магнитогорской островодужной системы. Они существенно моложе позднесилурийских-раннедевонских месторождений Тагильской системы. **Магнитогорское** рудное поле занимает часть вулканогенного пояса, образованного породами визейской трахибазальт-андезитовой ассоциации и комагматичными штоками, дайками и силами габбро-гранодиорит-гранитного интрузивного комплекса. В его пределах визейские базальты, андезито-базальты и их туфы перемежаются линзами средних и кислых вулканитов, детритусовых известняков. Небольшие залежи стратиформных рассеянных и расслоенных массивных сульфидных руд, а также оксидов железа, сингенетичных вмещающим породам, наблюдались на периферии рудного поля. В пределах последнего распространены месторождения двух морфологических типов, так или иначе связанных с интрузивами. К первому типу отнесены согласные линзообразные жилы в карбонатных или осадочно-вулканогенных породах месторождений **Гора Магнитная, Дмитровское, Южное**. Второй тип объединяет секущие жильные и колоннообразные рудные тела с круто падающими контактами (месторождения **Подонвальное** и **Малый Куйбас**).

На Среднем Урале распространены также девонские гематит-кварцевые породы, известные в пределах полей распространения массивных сульфидов. Они образуют куполовидные сооружения с признаками образования в вулканогенных условиях на морском дне, как это и показали в недавней работе N. N. Ankusheva et V. V. Zaykov [58]. В качестве

примера они рассмотрели месторождение **Лисьи Горы** на южном фланге Восточно-Магнитогорской островной дуги, с которым связывают определенные перспективы на обнаружение экономически значимой золотосеребряной минерализации. В разрезе палеогидротермальной системы выделены три зоны сульфидизированных и силицифицированных пород. С первой из них связана делювиальная золотоносная россыпь. Все зоны находятся в пределах средней и верхней частей Гумбейского андезито-базальтового комплекса D_2nb_2 .

Отмечают [58, с. 322], что на Южном Урале месторождения Mn связаны со среднедевонскими яшмами, перекрывающими вулканиты палеоокеанические и островодужные. Большинство залежей полагают гидротермально-осадочными, указывая на следующие их особенности: 1 – определенные связи с линзовидными и прерывистыми железисто-кремнистыми первично гидротермальными осадками; 2 – пластообразный облик рудных тел, строго согласных с вмещающими морскими образованиями; 3 – фациальные переходы собственно руд в марганцовистые кремнистые породы; 4 – полосчатые (слоистые) и нодулярные осадочные текстуры руд, кроме локальных площадей мощного проявления вторичных изменений; 5 – присутствие морской фауны в рудах; 6 – тонкое переслаивание марганцовистых и безрудных слоев.

В. В. Калинин и Д. Г. Сапожников [19, с. 799–804] к **Примагнитогорскому** эвгеосинклинальному типу на Среднем Урале отнесли около 150 месторождений марганца, образующих группы **Учалинскую** (север), **Абзелиловскую** (среднюю), **Баймакскую** (юг). Месторождения тянутся двумя полосами вдоль западного крыла Магнитогорского синклинория. Руды обнаруживаются на четырех стратиграфических уровнях девона. Туфогенные отложения в их пределах переслаиваются с известняками. Лишь иногда в разрезах обнаруживаются игнимбриты, продукты континентальных извержений. Рудные залежи присутствуют только на антиклинальных поднятиях. Пласты и линзы оксидов и карбоната марганца согласны с вмещающими породами. Обычно на каждом месторождении существует свой комплекс минералов, и залежи образованы либо оксидами марганца (**Низгулово, Кусимово**), либо карбонатами (**Уразово, Биккулово**). На месторождениях Файзулинской группы, однако, были руды обеих фаций. Марганцевые минералы повсеместно находятся в тонком переслаивании с яшмами, кремнистыми сланцами, яшмовидными туффидами. Марганца в рудах всег-

да больше железа, количество которого иногда доходит до первых процентов.

В девоне формировались гидротермальные марганцевые месторождения **Сапальской** группы Среднего Урала. **Сапальское** месторождение и сопутствующие проявления тянутся в меридиональном направлении по югу Тагильского мега-синклинория в приконтактовой зоне сиенитового массива. Залежи руд штокообразные, но есть и пласто- и линзоподобной форм. Вмещают залежи мраморизованные известняки, переслаивающиеся с ортофирами. В минеральном составе преобладают браунит $Mn^{2+}Mn_6^{4+}[O_8SiO_4]$ и гаусманит $Mn^{4+}Mn_2^{2+}O_4$; в Южной залежи присутствовали и карбонаты марганца. Между окисными и карбонатными образованиями нет никаких переходов, что наряду с мраморизацией известняков и наложением поздней сульфидной минерализацией позволило аргументировать гипотезу гидротермального происхождения руд [19, с. 799–804].

Yu. K. Kudryavtsev et V. S. Popov [54, p. 362–370] исследовали последовательность становления месторождений золота и меди в Центральном и Восточном Казахстане, в т. ч. и в раннегерцинский этап. Девонские золотосульфидно-кварцевые месторождения **Акбакайского** типа обнаружены в висячем боку Жалаир-Найманского офиолитового шва металлогенической зоны Жельтау (юго-западная периферия Центрально-Казахстанского девонского вулканоплутонического пояса, завершившего развитие перед фаменом). В **Акбакайском** рудном районе известны **Акбакай, Аксакал, Алтынтас, Бескемпир, Думан-Шуак, Карьерное, Кенжем, Кенгир, Олимпийское** месторождения. В районе Майкабат-Алтынсай выявлены **Алтынсай, Жаксы, Майкабат, Узуетас, Южно-Шабдарское**. Практически интересны аккумуляции вулканического пояса Центрального Казахстана медистых песчаников и сланцев (**Чадраозек**), жильные меди (**Коджанчад**), медно-порфиоровые (**Самарское** у Караганды, **Шалгия, Сарызаган, Коксай** в Джунгарском Алатау). И медно-порфиоровые, и золотокварцевые залежи разновозрастные, пространственно связанные с дайками диорит (монцодиорит)-гранодиоритов. Однако образование медно-порфиоровых руд *предшествовало* внедрению даек, а золотокварцевых – *следовало за* появлением последних [54].

В **Кокчетауской** тектонической зоне Казахстана богатые танталом комплексные руды имеют возраст 0,39–0,3 млрд лет (девон–карбон). Рудоносны метасоматиты апикальных частей альбититовых гранитов. Содержания Ta_2O_5 – первые сотые процен-

та. В Восточно-Казахстанской области известны редкометалльные с танталом месторождения Калбинского хребта, или **Калбы**, и **Ленинское** касситерит-шеелитовое, с топазом, флюоритом, связанные с куполами щелочных гранитоидов Чу-Илимской, Чингиз-Тарбагатайской, Северотяньшаньской зон. Их возраст – 0,42–0,28 млрд лет, т. е. частично раннегерцинский. Руды принадлежат гранит-лейкогранитной вольфрам-олово-танталовой формации. Залежи **Карасу** и **Верхнего Эспе** ассоциируют с грейзенами (альбититами). Они предположительно регенерированы на герцинском этапе. Есть указания на их пермский возраст [5, с. 145, 146].

Джездинская группа преимущественно марганцевых месторождений (**Джезды, Промежуточное** и многие рудопроявления) выявлена в Шагырлинском прогибе поднятия Улутау. Марганцевые руды локализованы в верхнедевонских континентальных красноцветных конгломератах и грубозернистых песчаниках (моласса). На месторождении **Джезды** и других руды слагают пласты и линзы, вытянутые вдоль широтного разлома. Секущие жильные тела имеются на месторождениях **Найзатас** (только гематитовые жилы) и северо-западе Джезды (криптомелан, коронадит, голландит). Иногда (месторождения **Джезды, Промежуточное, Жаксы-Котр**) обнаруживаются только марганцевые окисные руды, в других случаях их сопровождают железные. Пластовые залежи браунитовые, жильные – с криптомеланом $K_2Mn_8O_{16}$, коронадитом $Pb_2Mn_8O_{16}$, голландитом $Ba_2Mn_8O_{16}$ (**Джезды**), гаусманитовые, яacobситовые $MnFe_2O_4$.

Вулканогенно-осадочные месторождения **Атасуйского** типа (**Каражал, Ушкатын III, Жайрем**) концентрируются в области сопряжения Бетпак-Далинской и Сарысу-Тениз-Карагандинской ветвей вулканического пояса Центрального Казахстана. Месторождения обнаружены в северном крыле Жайльминской мульды (грабен-синклинали). Эта структура, протяженностью около 1240 км, серповидно выгнута к югу и выполнена морскими верхнедевонскими органогенно-терригенно-хемогенными и вулканогенными отложениями. Руды марганца находятся на семи стратиграфических уровнях в синклиналиях II порядка на крыльях Жайльминской мульды [13].

На Алтае девонские скарновые месторождения районов Кольвани, Змеиногорска, Мурзинки еще в XVIII веке начал разрабатывать Никита Демидович Антуфьев, вошедший в историю под фамилией Демидов. Эйфельскими и франскими считают крупные месторождения массивных сульфидных

руд полиметаллов, медно-полиметаллические с серебром и золотом (**Змеиногорское, Черепановское, Лениногорское, Зыряновское**), а также отдельные золото кварцевые проявления. Рудные месторождения находятся преимущественно в зонах смятия СЗ ориентировки. В Северо-Восточной зоне они полиметаллические – **Гуслияковское, Зареченское, Зыряновское, Корболихинское, Лениногорское, Рубцовское, Среднее, Степное, Стрижковское, Таловское, Тишенское**. Медно-свинцово-цинковые залежи более свойственны зоне Иртышской – месторождения **Белоусовское, Березовское, Золотушинское, Николаевское, Орловское**. Их и полагают основой рудного потенциала региона.

Месторождения так или иначе связаны с контрастной базальт-риолитовой ассоциацией эйфеля и франа, на 80–90 % образованной кислыми породами. G. S. Gusev [52] различал шесть продуктивных интервалов девона: ранне- и позднеэйфельский; позднеэйфельский-раннеживетский; позднеживетский; раннефранский; позднефранский. Три ранних уровня более продуктивны на юго-востоке Рудного Алтая, поздние наиболее выражены в его северной части, особенно в Змеиногорском и Рубцовском рудных районах. В таком пространственном распределении разновозрастных рудных тел видят следствие миграции вулканизма девона с ЮВ на СЗ.

Скандий-редкометалльное с ураном месторождение **Кумир** Горного Алтая принадлежит грейзено-метасоматическому типу. Оно связано с *позднедевонским* вулканизмом. В скоплениях галенита здесь обнаружены уранинит, бастнезит, торнтвейтит $(Sc, Y)_2Si_2O_7$, браннерит $(U^{4+}, Ca, Th, Y)[(Ti, Fe)_2O_6]_x \cdot nH_2O$ [5, с. 76].

В конце раннего – начале среднего карбона формировалось кобальтовое месторождение **Ховуаксы** в Туве. В разрезе его последовательно сменяют снизу вверх силурийские песчаники и алевролиты с горизонтами известняков (скарнированы); нижнедевонские вулканогенно-осадочные толщи; живетские первично-осадочные породы. Из интрузивных пород описаны лейкократовые граниты с ордовикскими (480–460 млн лет) датами, постскарновые дорудные дайки. Рудные залежи – кальцит-доломитовые породы с минералами Co и Ni (никелин, шмальтин, раммельсбергит и т. д.) – обнаруживаются в оперяющих сколовых трещинах субмеридионального разлома. На пересечении трещин известны мощные рудные столбы [1, с. 146, 147]. Месторождение считают примером пятиэлементной формации и небольшим по запасам [39, с. 363].

Ochir Gerel et al. [51] привели сведения о крупных девонских-раннекаменноугольных (миссисипий) металлогенических поясах Западной Монголии, развивавшихся в интервале 410–320 млн лет. В них встречены месторождения и проявления: 1 – полиметаллические (Pb, Zn ± Cu, Ba, Ag, Au) в метасоматитах по вулканитам; 2 – меди в осадочных толщах; 3 – золотоносные жильные, ассоциирующие с гранитоидами; 4 – ниобия и циркония в связи с агпаитовыми (перенасыщенными щелочами) гранитоидами среднего-верхнего кембрия. Важное медно-порфировое месторождение Монголии **Tsagaan Suvarga** исследователи склонны считать позднедевонским – 370 млн лет. Крупное молибденовое месторождение **Эрденет** более молодое. По данным Y. Watanabe et H. Stein, возраст его руд составляет 240 млн лет, это середина перми [55].

Южно-Монгольский металлогенический пояс приурочен к активной континентальной окраине. В его пределах предполагается несколько золотоносных медно-порфировых месторождений, таких как **Shuteen** и **Harmagtai**. Месторождение **Shuteen** находится в пределах террейна островной дуги Gurgansaikhan. На его площади распространены нижнекаменноугольные туфы, песчаники, известняки, прорванные монцодиоритами, гранодиоритами, гранитами плутона Shuteen, датированными 321±9 млн лет (Rb-Sr).

Иг. Восточно-Китайская ИМП. Большинство датировок для кимберлитов Восточно-Китайской палеорифтовой системы, или ВКРПС, герцинские – 400–300 млн лет (K-Ar) [9, с. 920–922]. Наиболее богатые коренные алмазоносные месторождения поля **Ляонин** в одноименной провинции локализованы в центре ВКРПС. А. Д. Харьков и др. [45, с. 470–477] отметили, что в поле Ляонин имеется около 100 тел, из которых четверть – трубки, а остальные – дайки (в работе [42, с. 475] указывается 25 тел, из которых две алмазоносны). Собственно, диатремы переходят в дайки и по простиранию, и на глубину, их длинные оси обычно параллельны и ориентированы на северо-восток. Как пример, приводится трубка Бинхай, или № 50 (0,64 га), которая контролируется сгущением трещин северо-восточной ориентировки. Эта трубка датирована 460 млн лет. В кимберлитах Бинхай распространены оливины (главный минерал), гранаты, повышенное количество хромшпинелидов, много флогопита и мало пикроильменитов. Присутствует новый минерал йменгит, промежуточный между пикрохромитом и пикроильменитом. Большинство алмазов бесцвет-

ные или слабо окрашенные октаэдры, есть сростки и шпинелевые двойники.

В более поздней работе Ю. А. Дукардт и Е. И. Борис [12, с. 85] говорят о двух алмазоносных полях в провинции Ляонин, северном и южном. Северное поле по площади совпало с кольцевой структурой диаметром 40–50 км. Подобное же образование они выделили и на юге провинции, где кимберлиты концентрируются на площади 40×25 км. Судя по тому, что здесь обнаружено около ста кимберлитовых трубок и даек, наблюдения А. Д. Харькива касались именно южного поля.

Диатрема Шенгли поля **Шаньдун** имеет тот же возраст, что и кимберлиты провинции Ляонин. В этом поле тоже около сотни кимберлитовых тел, включая три алмазоносных [42, с. 479]. В обоих алмазоносных районах предполагается присутствие герцинских кимберлитов.

Ид. Восточно-Австралийская ИМП. Для раннегерцинского этапа характерно надвигообразование: гранулиты и гнейсы блока Аранта оказались надвинутыми на рифейские и палеозойские толщи северного борта авлакогена Амадиес. В результате подобных деформаций произошло перемещение к югу, иногда на десятки километров, пластин осадочных пород. Это тектоническое явление получило наименование «орогения Алис-Спрингс» [28, с. 216–218; 43, с. 300, 301]. Таков общий тектонический фон, способствовавший становлению на Северных Территориях продуктивных алмазоносных объектов. Значение их обнаружения трудно переоценить: впервые диатремы «мирненского», «архангельского», «пров. Ляонин» возраста встречены за пределами платформ Евразии. Тем самым «раннегерцинская», «среднепалеозойская» эпоха мощного корообразования и кимберлитового магматизма становится планетарной, обоснованной, а поиск ее проявлений актуален и для гондванских платформ.

Поле **Мерлин**, Северные Территории, включает 12 диатрем. Три из них алмазоносны. Кимберлиты диатремы **Экскалибур**, локализованной на пересечении меридионального и северо-западной ориентировки разрывов, датированы поздним девоном – 367 млн лет. Трубка Экскалибур имеет длину 200 м, ширину – 150 м и площадь 2,4 га. Для трубки характерно соотношение объемов эруптивных брекчий, автолитовых брекчий и порфировых кимберлитов 36:4:60. Пиропы высокохромистые, содержат до 12 % Cr₂O₃. Конкретных сведений о содержаниях алмазов и их типах пока нет [42, с. 66, 477, 484, 488, 497, 501].

В штате Виктория на юге Австралии девонскими являются залежи золоторудного месторождения **Бендиго**. Раннекаменноугольными (более поздняя фаза эпохи Харбертон орогенического этапа Канимблан) определены месторождения **Чартерс Тауэрс**, **Чиллаго**, **Мунгана**, **Палмер Ривер**, **Ходкинсон**, проявления Sn, W, Bi, Mo. Золотосеребряные **Маунт Виатт** и **Селлхейм** в Квинсленде датированы 330 млн лет (ранний карбон, K-Ag, Rb-Sr). Рудное поле **Кобар**, Новый Южный Уэллс, – медно-золоторудное. Три основных месторождения кварцево-сульфидных руд на его площади связаны с зонами разломов в вулканогенно-осадочной силурийско-девонской толще. В залежах присутствуют медь – 1,3 % и золото – 9–10 г/т. С ранними гранитоидами эпохи Табераберан (D₁–C₃) Тасмании ассоциируют залежи золота и меди, с поздними – олова (месторождения **Ренисон Белл**, **Росарден**) [6].

II. Западно-Европейская ИМП. На западе Европы к девонским-нижнекаменноугольным отнесены месторождения железомарганцевые (тип **Lahn Dill**, осадочно-эксгальционные, в английской аббревиатуре, SEDEX), сульфидные полиметаллические-серноколчеданные-баритовые (тип **Rammelsberg**), вольфрамовые, магнезитовые, порфировые Cu-Mo-W. В граувакковой зоне австрийских Восточных Альп имеются месторождения магнезита **Сатлеркогль** в Фетче, возраст которых дискуссионен.

В «древневарисскую эпоху» (360–330 млн лет назад) возникли меднорудные объекты **Злате Гори** с селеном, баритом на Чешском массиве (для него известны и более поздние руды, но – другого состава). В позднем девоне (360 млн лет назад) в Центральной Чехии появились кварцевые жилы **Йилов** с Pb, Zn, Cu, Au, Bi, Te, W, Mo. Примерно в то же время (0,36–0,28 млрд лет назад) формировались месторождения редких металлов и олова **Echassiere** (Эшассьер) во Франции, связанного с куполами альбититов.

В разные интервалы девона на северо-запад Иберии были надвинуты аллохтонные комплексы, в числе которых и комплекс Cabo Ortegal, образованный офиолитами **Moeche**. В верхней части разреза последних среди интенсивно деформированных кварц-хлоритовых сланцев и милонитов распространены медные вкрапленные и массивные сульфидные руды, разрабатываемые рудниками **Piquitos I и II**, **Barqueira**, **Maguxa**. **Иберийский Пиритовый Пояс**, юго-запад Пиренейского полуострова, протяженность > 200 км, более 80 место-

рождений, в т. ч. гиганты **Рио Тинто**, или **Уэльва** (Rio Tinto, Huelva), **Алхустрель** (Aljustrel), **Невес Корву** (Neves-Corvo) (последние два – в Португалии). 1700 млн т массивных сульфидов с Cu, Zn, Pb, драгоценными и стратегическими металлами – крупное золотоносное **Ла Сарса** (La Zarza). В герцинидах Южной Испании и Португалии. По данным R. Sbez et al. [57], руды позднедевонские-раннекаменноугольные. Содержания меди 0,5–1,5 %, во вновь открытом в Португалии **Невес Корву** (Neves-Corvo) – до 15 %. Общие ресурсы меди в Иберийском Пиритовом Поясе оценены в 14,6 млн т.

III. Перилавроитовая ИМП. В бассейне рек Юкона и Танана, Канада, находится крупный горнорудный район **Финлэйсон Лэйк** (Finlayson Lake District, или FLD) с позднедевонскими-раннекаменноугольными месторождениями массивных сульфидов. Месторождения отнесены к типам Besshi (месторождение **Fyre Lake**), Kuroko (**Kudze Kayah**, или KZK, и **GR4F**), «массивных сульфидов среди вулканогенно-осадочных отложений» (**Wolverine**). Залежи содержат Cu, Pb, Zn, Ag, 1,38 г/т Au. Запасы руд 34 млн т [56].

Гипербазитовый массив уральского типа **Гуднюс** (Goodnews), с платиноидами в каледонском поясе Аляски указывается Б. И. Беневольским с соавторами [6, с. 42] как герцинский. Однако в работе [11, с. 163] он назван верхнемеловым или третичным. Породы массива содержат 0,08–1,4 г/т платины, 0,02–0,2 г/т палладия.

На Северо-Западных территориях Канады (бассейн Юкона) вольфрамоносный пояс **Селуин** (Selwyn) объединил крупнейшие месторождения: герцинское полифазное **Маунт Плезант** (Mount Pleasant), позднемеловые **Кантанг** (Cantung), **Мактанг** (Mactung) и др. В одноименном герцинском бассейне, выполненном углеродистыми сульфидизированными породами, в зоне краевого разлома обнаружена богатая платинометаллическая минерализация. Минерализованный (пирит, ваэсит NiS₂, сфалерит) слой мощностью около 10 см, прослеженный вдоль границы бассейна на 14 км, содержит 5 % никеля, 1 % цинка, 0,25 % молибдена, экономически значимые концентрации платины, мышьяка, селена [6, с. 43].

Раннегерцинскими оказываются некоторые месторождения олова, редкометалльные, а также проявления медистых песчаников Периатлантических Канады и США. Верхнедевонские кварц-мусковит-топазовые грейзены с оловянной минерализацией известны на юго-западе самой юго-восточ-

ной Канадской провинции Новая Шотландия (Nova Scotia). Они связаны с плутоном Davis Lake (площадь около 800 км²), в свою очередь, являющимся частью батолита South Mountain (~7300 км²). Плутон сложен лейкогранитами пералюминиевыми (перенасыщенными Al) и подчиненными топазмусковитовыми, датированными рубежом позднего и среднего девона – 380 млн лет (U/Pb по циркону, Ar/Ar по слюде). Грейзены оловорудного месторождения **Davis Lake** находятся на контакте лейкогранитов. Запасы месторождения составляют 56 млн т, содержание 0,165 % Sn.

По данным Jaroslav Dostal et al. [50], кристаллизация лейкогранитов произошла в позднем девоне около 375 млн лет назад (Pb-Pb, Rb-Sr) из гомогенного расплава. Цитируемые авторы отметили, что хорошо выраженные изохроны для пород всех типов, а также совпадение изотопных дат Pb-Pb, Ar/Ar по слюде, Rb/Sr всей породы, Re/Os молибденита убеждают: становление гранитов и минерализации происходило синхронно. Судя по соотношениям изотопов свинца, радиогенные системы плутона Davis Lake закрылись сразу после внедрения и затвердевания. Тело обнаруживает признаки зональности по распределениям изотопов свинца и стронция, основных элементов Si, F, рассеянных несовместимых Li, Rb, Ta, U, Sn, а также по соотношениям K/Rb, Nb/Ta.

Оловоносные грейзены и гидротермально измененные лейкограниты, вмещающие залежи, характеризуются крайними радиогенными составами Pb и Sr, их химико-изотопные тренды продолжают таковые, присущие менее зрелым породам этого типа. Расплав перенес выраженную фракционную кристаллизацию в зонированной по составу магматической камере, затронувшую полевые шпаты и менее биотит, акцессорные монацит, апатит, циркон. Дифференциацию сопровождали обогащенные фтором автомагматического происхождения флюиды, менявшие отношения Rb/Sr, U/Pb, Th/Pb, и, естественно, зависящие значения ⁸⁷Sr/⁸⁶Sr, ²⁰⁶Pb/²⁰⁴Pb, ²³⁸U/²⁰⁴Pb, ²³²Th/²⁰⁴Pb. Флюидное фракционирование и привело к возникновению в позднем девоне грейзенов и оловянного оруденения.

Магматический очаг **Davis Lake** прошел в развитии последовательные стадии: собственно магматическую (кристаллической дифференциации), ортомагматическую (кристаллизации-флюидного фракционирования), гидротермальную (флюидного фракционирования), ответственную за возникновение оловорудных аккумуляций. Ма-

теринская магма плутона Davis Lake возникла путем дегидратационного плавления первично осадочных пород основания земной коры во время терминальной стадии акадского орогенеза приатлантической области Канады в $D_{2,3}$.

Единый изотопный состав свинцов месторождения **Maine** (канадская пров. Нью Брансуик), зоны **Meguma** (пров. Новая Шотландия, Канада), юго-запада Англии, Центрального Французского массива, Богемского массива позволил Jaroslav Dostal с соавторами говорить об их принадлежности единой позднедевонской-раннекаменноугольной Герцинско-Аппалачской оловорудной металлогенической эпохе [50].

IV. ИМП Западной Аргентины. Основные полезные ископаемые, сформировавшиеся в раннегерцинский этап, – редкоземельные-редкометалльные пегматиты. В пределах Боливийско-Аргентинского пояса на западе Бразильского щита для пегматитов известна «раннекаменноугольная» дата – 325 млн лет. Их тела обнаруживаются в полях развития пород докембрия в Пампинских сьеррах, т. е. в аргентинских провинциях Сан-Луис, Кордова, Катамарка, Ла Риоха. Повсеместно древние гнейсы, сланцы, мигматиты в местах развития пегматитов прорваны весьма крупными телами гранитов и диоритов. Собственно Сьерры, блоки фундамента, поднятые в неогене, имеют меридиональную ориентировку. Точно так же обычно тянутся и тела пегматитов, иногда до 1 километра по простиранию, при мощности до 30 метров. В рельефе они выражены положительными формами и обнаруживаются на вершинах холмов.

Редкометалльные пегматиты пересекают вмещающие толщи (месторождения **Сан Луис, Сан Элиас, Кабеса де Новильо, Сема**), но изредка согласны со сланцеватостью в них (**Ла Тотора**). Все крупные тела содержат литиевое или бериллиево-оруденение, а иногда и танталит-колумбит, урановые, висмутовые минералы, касситерит. Лепидолит в значительных количествах известен на единственном месторождении – **Сан Элиас**. Из 150 бериллиевых месторождений страны **Лас-Тапиас**, пров. Кордова, крупнейшее не только в Аргентине, но, возможно, и в мире. Только в провинции Кордова действовал 191 рудник и подготавливались к эксплуатации еще несколько. На площади рудного поля Лас-Тапиас пегматиты содержали массивный берилл на протяжении 60 метров при ширине 40 метров и средней мощности около одного метра. За четверть века до 1960 г. пегматитовое тело Лас-Тапиас дало 20 % всей ми-

ровой добычи берилла. В южном секторе месторождения, отдельно от скоплений берилла, встречена и сплошная сподуменовая минерализация. Крупные залежи известны и в других местах Кордовы. На руднике Эль Криольо одно из скоплений кристаллов берилла весило 30 тонн.

На севере пегматитовый пояс Аргентины углубляется в Боливию. В 200 км к ЗСЗ от г. Санта-Крус известно пегматитовое поле **Ла Белья**. Пегматиты Боливии залегают в виде линз до 25 м мощностью в слюдяных сланцах докембрия. Из них добывают берилл и колумбит [20, с. 95, 141–153].

2. Типы экзогенных месторождений

Экзогенные процессы среднего девона – раннего карбона способствовали формированию месторождений полезных ископаемых многих генетических типов (рис. 2). Девонские толщи во внутренних и краевых впадинах Восточно-Европейской (Поволжье) и Северо-Американской платформ содержат крупные запасы нефти и газа. В Тыве, Центральном Казахстане, Восточной Европе, Австралии, Северной Америке сохранились залежи девонских каменных солей и сульфатов, а в бассейнах Виллстон (США), Припятской впадине Белоруссии – калийных солей. В Центральном Казахстане распространены девонские медепроявления рудных районов **Атбасарского, Верхне-Ишимского, Джезказганского, Терсакканского, Улутау** (Жезказганская область). Их около ста. Есть повышенные содержания меди и в девонских красноцветах Западной Украины (Приднестровье). В Центральном Казахстане распространены осадочные железомарганцевые и цинковые руды девона, сочетающиеся с гидротермальными барит-цинково-свинцовыми (атасуйский тип). Крупные залежи пластовых руд железа связаны с продуктами перемыва мощных кор выветривания в подвижных поясах Западно-Атлантическом, Средиземноморском, Урало-Монгольском, Кордильер, а также на Восточно-Европейской платформе (богатые руды Кривбасса и КМА). На Урале и в Салаирском кряже обнаружены девонские бокситы, а в пределах Тиманского кряжа – уникальные россыпи минералов титана, циркония, редких элементов, алмазов.

На континентах Земли различаются пять историко-минерагенических провинций раннегерцинского этапа (экзогенный рудогенез): **I. Европейская, II. Уральско-Казахстанско-Гималайская, III. Таймыро-Североякутская, IV. Восточно-Китайская, V. Перилаврентийская** (см. рис. 2).

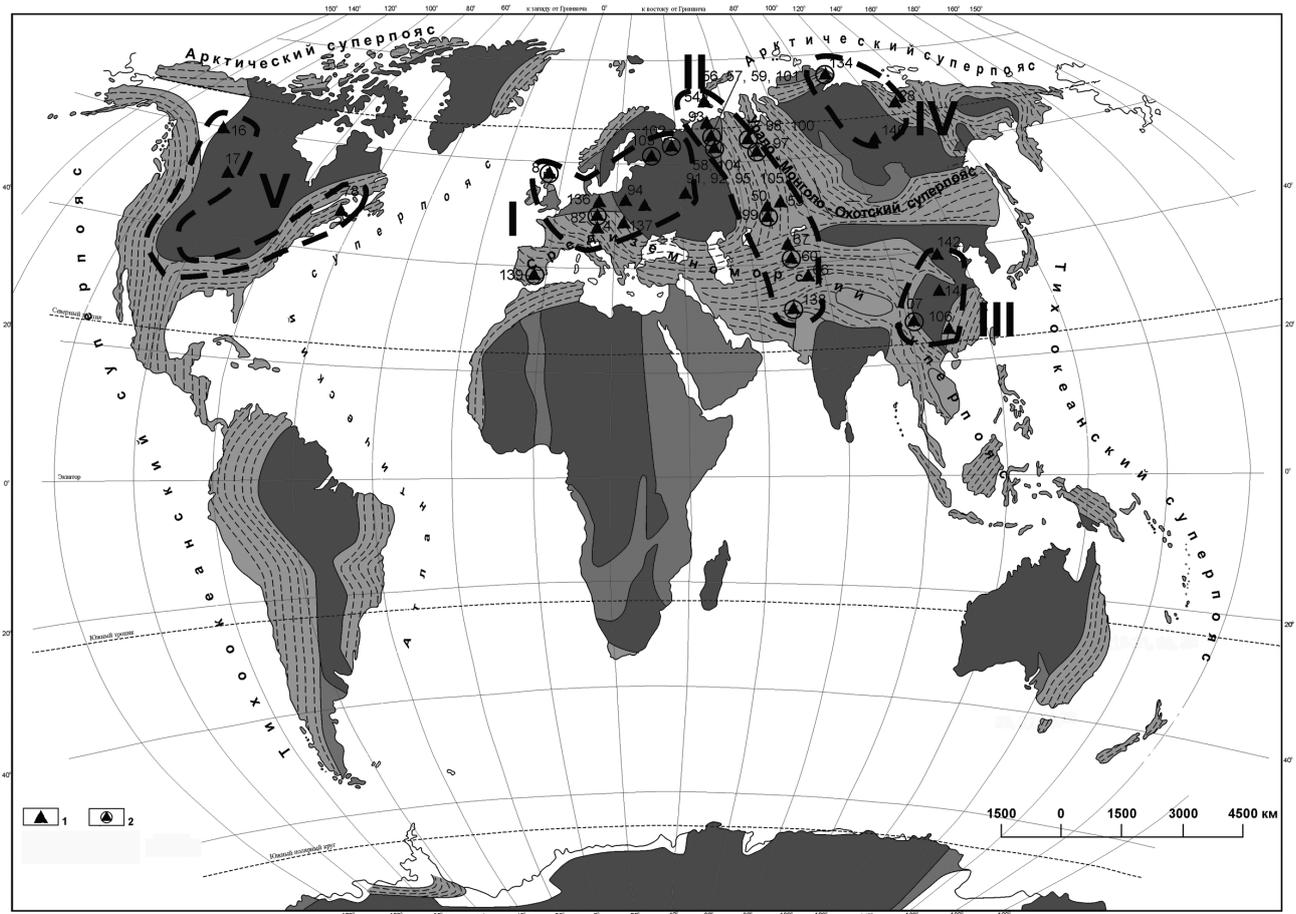


Рис. 2. Раннегерцинские (средний девон – серпуховской век раннего карбона, 400–310 млн лет) месторождения континентов Земли (экзогенный минерагенез). С использованием в качестве основы схемы В. Е. Хаина и М. В. Муратова, модифицировано. 1–2 – экзогенные месторождения, в т. ч.: 1 – железные, марганцевые руды, медистые песчаники, каолины, титан-циркониевые россыпи; 2 – бокситы и высокоглинозёмистые породы. Остальные условные обозначения см. рис. 1. Римскими цифрами обозначены историко-минерагенические провинции: I – Европейская, II – Уральско-Казахстанско-Гималайская, III – Таймыро-Североякутская, IV – Восточно-Китайская, V – Перилаврентийская

Краткую характеристику историко-минерагенических провинций рассматриваемого этапа приводим.

I. Европейская ИМП. Среднепалеозойские месторождения железа эксгальционно-осадочного типа известны в мульдах **Лан** и **Диль**, ФРГ [25, с. 219]. Скопления гематита здесь формировались среди кератофилов девона. В Рейнских складчатых горах весьма крупными считают подобные залежи **Линденберг**, **Ауменау**, **Мартенберг**. Все они тяготеют к краевым частям геосинклинальных прогибов. Линзообразные рудные тела прослежены на расстоянии до 5 км при мощности 6–10 м в толще, образованной чередованием базальтовых покровов (возраст 0,4–0,35 млрд лет), чередующихся с известково-кремнистыми сланцами и известняками. Собственно руды – кремнисто- и карбонатно-гематитовые,

сидеритовые. В залежах наблюдаются слои черных пиритовых сланцев. Карбонатные руды содержат 30–35 % железа, прочие – до 50 %. Подобные руды в Тюрингии (**Шляйцкая** группа месторождений) обогащены марганцем (до 10 %).

Очень значительны ресурсы девонских ильменитовых (иногда циркон-ильменитовых, **Верхнемамонская** россыпь) Воронежской антеклизы. Все они генетически связаны с взрывным щелочно-базальтоидным магматизмом и локализованы в толщах рудоносных туфопесчаников ястребовской свиты *Djs*. Средневерхнедевонские лейкоксеновые и лейкоксен-ильменитовые россыпи известны на Среднем и Южном Тимане. На Северном Тимане они приурочиваются и к нижнекаменноугольным образованиям. Л. Г. Зубков и И. Г. Патык-Кара [18, с. 234–270] выделили ареал распространения подобных месторож-

дений в титаноносную россыпную провинцию мирового значения. Особенности ее интересны, иногда необычны, что связано со специфическим влиянием на минералогические особенности рудных песков – углеводородов, коллектором для которых они часто являются. Россыпи приурочены к известным поднятиям фундамента, в пределах которых размывались метаморфизованные ильменитоносные породы рифея. Самыми значительными считаются **Ярегская** в Ухтинском районе на юге Тимана и **Пижемская** (Средний Тиман).

На Среднем Тимане латеритные залежи среднедевонских бокситов залегают на магматитах основного состава. Осадочные бокситы здесь сформировались путем перемива латеритов и последующей бокситизации. На северо-восточном крыле среднетиманской Четласской горст-антиклинали изучены среднедевонские бокситы месторождений **Верхневорыквинского, Вежаю-Ворыквинского, Верхнешугорского**. Бокситы нижнего карбона известны в Шотландии (**Эршайр**), Польше (**Ново Руда**), в **Белгородском** и **Северо-Онежском** районах. В **Белоруссии** каолинит-гипсбситовые бокситы встречены в скважинах на глубинах 450–1200 м среди пестроцветных глин бобриковского горизонта визея в 1970–1971 гг. [2].

В горах Есеник, Словакия, обнаружено значительное по ресурсам золоторудное месторождение **Суша Рудна**. Оруденение в девонских сланцах на площади около 30 км² прослежено на глубину до 700 м. Содержания золота – 1,8 г/т. Возраст руд признается герцинским [6, с. 119].

II. Уральско-Казахстанско-Гималайская ИМП. Облик провинции определяют месторождения бокситов, марганцевых и железных руд. Девонские бокситы восточного Урала образуют три горизонта: субровский (кобленцкий D_1^2 , возможно, частью нижнеэйфельский D_2^{1a}); богословский (верхний эйфель D_2^{1a}); устькальинский (нижний живет D_2g). В **Вагранском** бокситоносном районе (месторождение **Красная Шапочка** и др.) весьма полно развит древний субровский горизонт. Его бокситы обнаружены на закарстованной поверхности среднедевонских известняков петропавловской свиты. Бокситы богословского уровня проследили на 1200 км от Полярного Урала (Щучьинский антиклинорий) до г. Алапаевска, но еще в 300 км южнее у г. **Кыштыма** Челябинской области вновь обнаруживается выход его метаморфизованных бокситов-наждаков. Качество бокситов среднее, но местами высокое. Месторождения образуют Тагильскую и Алапаевскую полосы.

Тагильская включает месторождения **Талицкое, Ивдельское, Вагранское** и многие другие. В бокситах здесь попадаются зерна свежих магнетита и титаномагнетита, признак того, что материалом являлись зеленокаменные породы. Алапаевская полоса объединяет только **Косиковское** месторождение и ряд проявлений.

Вдоль западного Урала протягиваются несколько иные по возрасту бокситоносные горизонты: эйфельский (богословский) и два франских – пашийский и орловский. Бокситовый материал поступал в их пределы со стороны Уральского хребта – к северо-западу от него залежи постепенно выклиниваются, размерность зерен уменьшается [2, с. 355–361].

Южно-Тяньшаньский бокситовый пояс тянется на 1500 километров от Ферганы до Кызыл-Кумов. Низкосортные диаспоровые и бёмитовые бокситы с каолинитом, маргаритом (хрупкая слюда), пирофиллитом, хлоритом отнесены к среднекаменноугольному отделу, но частично, возможно, и к девону [2, с. 360, 361].

Комплексные, в т. ч. золотоносные, редкометалльные, алмазоносные, россыпи среднего девона связаны [26, с. 194, 195] с аллювиальными конгломератами такатинской свиты эмса, которые развиты на Полюдовско-Колчимском поднятии Вишерского Урала. Общая закономерность в распространении древних алмазоносных россыпей Урала, по этим данным: 1 – они появляются лишь вдоль обрамления эпикарельской Восточно-Европейской платформы, отчего тянутся полосой вдоль западного Урала от р. Чусовой до р. Вишеры и далее вдоль всего Тимана, от Полюдова Камня до Чешской губы (1300 км); 2 – девонские толщи алмазоносны на поднятиях Полюдовско-Колчимском (Урал), Джешимпарминском (юг Тимана), Вымско-Вольской гряде (Средний Тиман), на севере Тимана; 3 – породы такатинской свиты эмса Колво-Вишеры сформировались до герцинской складчатости и входят в состав фундамента. Алмазы в них поступали из главного коллектора – колчимской свиты лландоверийского яруса S_1 , а также с запада, Камского погребенного массива. Там, полагают эти авторы, и находились поля додевонских и досилурийских кимберлитов; 4 – содержания индикаторных минералов (в т. ч. пиропов) в такатинской свите D_1e существенно меньше, чем в колчимской S_1ll .

В хребте Каратау, Южный Казахстан, известны многие полиметаллические месторождения (**Кентау, Ачисай** и др.), но одним из наиболее важных считается **Миргалимсай**, баритово-полиметаллическое

стратиформное. На его площади рудоносна часть разреза известняков и доломитов D_3fm . В этих карбонатных породах фаменского яруса мощностью 700 м по текстурным особенностям (комковатые, ленточные, массивные) различают 11 горизонтов. Рудные залежи установлены во втором ленточном горизонте средней части, содержащем рассеянное органическое вещество мощностью до 26 метров. Хотя тела и пластообразные, их современное положение связано с активизацией разрывных нарушений, зонами брекчирования. Рудные минералы (пирит, галенит, сфалерит и др.) распространены в тонкой вкрапленности и прожилках. Различают баритовые, свинцово-баритовые и свинцовые руды [37].

В Центральном Казахстане известно около 200 проявлений и месторождений марганца, в т. ч. 9 промышленных, включая два крупных (**Караджал** и **Ушкатын-II**) и пять средних по запасам (**Восточный Караджал**, **Ушкатын-I**, **Арап**, **Камыс**, **Жезды**). Залежи атасуйского типа локализованы в кремнисто-карбонатных породах фаменского яруса, жездинского типа – среди аркозово-конгломератовых толщ нижнего фамена.

Верхнедевонские медистые песчаники в Джекказганской области распространены в средне- и верхнедевонских впадинах, подстилаемых каледонским складчатым фундаментом. Их осадочное выполнение традиционно относят к орогенным образованиям, занимающим промежуточное положение между геосинклинальными и платформенными формациями. Девонские медепроявления рудных районов **Атбасарского**, **Верхнешимского**, **Джекказганского**, **Терсакканского**, **Улугау** более древние, чем основные рудоносные уровни верхне-серпуховской-нижнепермской джекказганской (владимировской) свиты, обнаруживают преимущественно в краевых частях впадин. Их около ста. Рудоносные пласты и линзы большинства из них локализованы среди сероцветных аллювиальных, пролювиальных и озерно-лагунных песчаников, изредка в конгломератах и глинисто-карбонатных породах, содержащих растительные остатки. Эту рудную толщу вмещают безрудные красноцветы. Мощность меденосных тел 0,2–1,5 м, содержания меди – 0,7–2 %. Иногда рудные тела образуют серии из 3–15 сближенных пластов. Оруденение представлено вкрапленностью, налетами, корками прежде всего малахита, но отмечены также самородная медь, куприт, азурит, хризоколла. В скважинах зафиксирована и первичная минерализация – халькозин, борнит, халькопирит, ковеллин, пирит. К. И. Сатпаев отнес меденосные верхнедевонские

толщи к экзогенной формации, источником меди для которой была кора выветривания, развитая по среднедевонским эффузивам [32, с. 107–110].

III. Таймыро-Североякутская ИМП. На востоке Таймыра в кровле известняков франа залегают бокситистые глины, выполняющие карстовые полости. Это проявление важно для палеогеографических реконструкций, но оно мало изучено.

Значительно шире в ИМП распространены первично осадочные меденосные породы. Юг Якутии и север Забайкальского края включаются Л. Ф. Наркелюном в состав **Приалданской** меденосной провинции. Значительно по масштабам **Курпанжинское** (Менкюлинское) медепроявление в нижнекаменноугольных осадочных толщах. Три меденосных горизонта обнаружены среди серо-зеленых туфов (халькопирит, борнит). Два горизонта меденосных пород известны и на рубеже франа и фамена (проявление Кубулун с содержанием меди 2,89 %) [32, с. 99–101]. Имеются медистые сланцы с содержаниями 1,2 % меди на разных уровнях верхнедевонских-нижнекаменноугольных отложений артыганской свиты **Орулганского** антиклинория, Верхоянский мегаантиклинорий Якутии. В междуречье Атыркан-Джарджан в штуфах установлены до 3 % Cu, прожилково-вкрапленные руды могут содержать до 10 % Cu и сотые доли процента молибдена. Медное оруденение вместе с полиметаллическим в известняках агакуканской свиты в среднем течении р. Ага-Кукан. Пласт с галенитом, сфалеритом, халькопиритом мощность – 4,5 м – обогащен рудными в верхней части [32, с. 102, 103].

IV. Восточно-Китайская ИМП. Для этой провинции характерны раннегерцинские железные руды и бокситы. Оолитовые гематитовые, частично сидеритовые залежи средне- и преимущественно верхнедевонского возраста относят к «ниньсяньскому» типу. На восточной периферии антиклинория Цзяннань и юге поднятия Цзуньюн залежи железных руд распространены среди песчаников базального горизонта среднедевонской свиты Сунцзяо и кварцевых песчаников верхнего девона. На континентальных поднятиях под отложениями C_{2-3} обнаружены послесреднеордовикские-допозднекаменноугольные массивные гематитовые и бурожелезняковые руды типа **Шаньси** [34, с. 139, 479].

Типоморфны для ИМП бокситы. В бокситоносном районе Куньмин на известняках ордовика выявлены раннекаменноугольные залежи месторождения **Цаопу**, среднепозднекаменноугольные аналогичные образования других подобных объектов. Серые огнеупорные глины и бокситы в

кровле закарстованных известняков ордовика характерны для месторождения **Гуньсянь**, пров. Хэнань, с пластом диаспор-бёмитового боксита мощностью 2–6 м. На севере Кореи залежи бокситов обнаружены в основании среднепалеозойской свиты хончжон в бассейне р. **Амнокван** [2].

V. Перилаврентийская ИМП. На севере штата Монтана США и в соседней пров. Саскачеван, Канада, имеются крупнейшие девонские месторождения калийных солей **Саскатун**, **Белл-Плейн**, **Эстерхейзи**. Все они находятся в пределах калиеносного бассейна **Саскачеван** (впадина **Виллистон**).

Герцинский черносланцевый бассейн **Юкон** занимает примыкающие части Канады и Аляски. Для него характерна минерализация – Ni, Mo, Zn, Pt. В пределах бассейна находится и каменноугольный черносланцевый пояс **Джуно** (Juneau) с золоторудным месторождением **Аляска-Джуно** (Alaska Juneau) – золотоносные кварц-анкеритовые прожилки, пирит в измененных дайках порфириров. Последнее полагают герцинским, омоложенным на ларамийском рубеже (70–50 млн лет) [6]. Запасы золота – 155,5 т, среднее содержание – 1,7 г/т [11, с. 222].

Выводы

Раннегерцинский этап оставил минерагенические свидетельства, весьма неравномерно распределенные по континентам Земли. Он интересен платформенным глубинным магматизмом. Основные продуктивные коренные месторождения алмаза Сибирской, Восточно-Европейской, Китайской платформ имеют позднедевонский возраст. Имеются сведения о девонских слабоалмазоносных кимберлитах, открытых в Северной Австралии, кимберлитоидах Земли Франца Иосифа. Все они укладываются в «Великую полосу», которая протянулась через Восточное полушарие от арктических широт до залива Карпентария, маркируя площади экспозиции глубинной энергии в среднем девоне – раннем карбоне.

Щелочные породы, формировавшиеся в раннегерцинский этап, вмещают уникальные месторождения апатит-нефелиновых, редкоземельно-редкометалльных и магнетитовых руд Кольского полуострова. В Южной Гренландии в девоне возникло гигантское месторождение криолита, не имеющее аналогов в других регионах мира.

В подвижных поясах преобладали обстановки тектонического покоя, локальные дилатансии и коллизионные. С последними связаны крупные месторождения Sn, Au, сульфидов. В Приатлантическом суперпоясе примерами таковых являются

позднедевонское оловорудное грейзеновое **Дэвис Лейк** (Davis Lake) в пров. Новая Шотландия, Канада, возникшие на рубеже девона и карбона олово-полиметаллические грейзены и жилы **Ист Кемптивиль** (East Kemptville) и **Маунт Плезант** (Mount Pleasant) северных Аппалачей. В Тихоокеанском суперпоясе раннегерцинский рудогенез проявился наиболее выражено в южной и восточной Австралии, ее древних Лахланском и Тасманийском поясах. На о. Тасмания грейзеново-жильные олово-полиметаллические залежи месторождений **Ардлетан** (Ardlethan), **Кливленд** (Clevelend), апокарбонатные замещения **Маунт Бишоф** (Mount Bishoff) формировались в течение девона и раннего карбона. Несколько более поздними, но тоже каменноугольными, оказались руды крупного жильного оловорудного месторождения **Ренисон Белл** (Renison Bell).

К раннегерцинскому этапу в Казахстанском поясе относят становление золотосульфидно-кварцевых жильных тел **Акбакайского типа** (Мойынкумский район Жамбылской области). В девонской коллизионной зоне на периферии Кокчетаусского массива Северного Казахстана в ассоциации с малыми интрузивными телами лейкогранитов находятся залежи важного оловорудного штокверкового месторождения **Сырымбет** [22, с. 123].

Признаком дилатансии на значительных глубинах служит появление многочисленных месторождений массивных сульфидов Урала (**Актогай**, **Жангана**, **Летнее**, **Зимнее**, **Гайское** и др.), **Иберийского Пиритового Пояса** (в т. ч. крупного золотоносных колчеданов **Ла Сарса**). На Алтае эйфельскими и франскими считают месторождения массивных сульфидных руд полиметаллов, медно-полиметаллические с серебром и золотом (**Змеиногорское**, **Черепановское**, **Лениногорское**, **Зыряновское**). В Северо-Восточной зоне Алтая распространены девонские полиметаллические аккумуляции – **Гусляковское**, **Зареченское**, **Зыряновское**, **Корболихинское**, **Лениногорское**, **Рубцовское**, **Среднее**, **Степное**, **Стрижковское**, **Таловское**, **Тишенское**. Медно-свинцово-цинковые залежи более свойственны зоне Иртышской – месторождения **Белоусовское**, **Березовское**, **Золотушинское**, **Николаевское**, **Орловское**. В Сибири и на Дальнем Востоке некоторые ресурсы молибдена связывают с медно-порфиоровыми комплексами месторождений **Анаскырское**, **Сорское** Кузнецкого Алатау, **Вечернее** на Омолонском массиве, которые, полагают, формировались не ранее девона [22, с. 116].

Экзогенные месторождения раннегерцинского этапа – это наиболее древние промышленные аккумуляции

муляции бокситов (Урал, Салаирский кряж и т. д.), редкоземельно-редкометалльные россыпи, в т. ч. содержащие значительные скопления тяжелых нефтей (Тиман), калийные соли (Северная Америка, Белоруссия). Известны месторождения девонских медистых песчаников Центрального Казахстана (**Джезказган**), более древние, чем основные рудоносные уровни верхнесерпуховской-нижнепермской джезказганской (владимировской) свиты. Есть повышенные содержания меди и в девонских красноцветях Западной Украины (Приднестровье). В Центральном Казахстане распространены осадочные железо-марганцевые и цинковые руды девона, сочетающиеся с гидротермальными барит-цинково-свинцовыми (атасуйский тип). Крупные залежи пластовых руд железа связаны с продуктами перемыва мощных кор выветривания в подвижных поясах Западно-Атлантическом, Средиземноморском, Урало-Монгольском, Кордильер, а также на Восточно-Европейской платформе (богатые руды Кривбасса и КМА).

ЛИТЕРАТУРА

1. Месторождения металлических полезных ископаемых / В. В. Авдонин [и др.]. – М. : Трикста; Академ. проект, 2005. – 718 с.
2. Бушинский Г. И. Геология бокситов / Г. И. Бушинский. – М. : Недра, 1975. – 416 с.
3. Гавриленко Б. В. Rb-Sr возраст алмазонасных кимберлитов Кольского полуострова / Б. В. Гавриленко, О. В. Гоголь, А. А. Деленицин, И. В. Поляков // Изотопное датирование геологических процессов. М., 2000. – С. 101–103.
4. Гавриленко Б. В. Ковдорский рудный район. Кейвский рудный район / Б. В. Гавриленко // Геология рудных районов Мурманской области. – Апатиты, 2002. – С. 135–147, 245–258.
5. Рудные ресурсы и их размещение по геологическим эпохам. Редкие металлы. Тантал, ниобий, скандий, редкие земли, цирконий, гафний : справочное пособие / К. Д. Беляев [и др.]. – М. : Недра, 1996. – 176 с.
6. Рудные ресурсы и их размещение по геологическим эпохам. Благородные металлы (МПП, золото, серебро) : справочное пособие / Б. И. Беневольский [и др.]. – М. : Недра, 1995. – 223 с.
7. Валеев Р. Н. Авлакогены Восточно-Европейской платформы / Р. Н. Валеев. – М. : Недра, 1978. – 152 с.
8. Граханов С. А. Россыпи алмазов северо-востока Сибирской платформы и её коренные источники / С. А. Граханов // Отеч. геология, 2006. – № 5. – С. 20–28.
9. Гринсон А. С. Кимберлитовый магматизм и структура литосферы Китайской платформы / А. С. Гринсон, Цзунь-ин Дун. // Докл. РАН СССР, 1984. – С. 920–922.
10. Деленицын А. А. Rb-Sr и Sm-Nd возраст кимберлитов Терского берега / А. А. Деленицын, Б. В. Гавриленко // Щелочной магматизм Земли. – М. : Из-во ГЕОХИ, 2002. – С. 26–27.
11. Додин Д. А. Минерагения Арктики / Д. А. Додин. – СПб : Наука, 2008. – 292 с.
12. Дукарт Ю. А. Авлакогенез и кимберлитовый магматизм / Ю. А. Дукарт, Е. И. Борис. Воронеж : Изд-во Воронежского университета, 2000. – 161 с.
13. Дымкин А. М. Эволюция накопления природных соединений семейства железа / А. М. Дымкин, В. М. Чайка. – М. : Наука, 1992. – 256 с.
14. Евдокимов А. Н. Дайки кимберлитоподобных пород архипелага Шпицберген / А. Н. Евдокимов, А. Н. Сироткин, А. М. Тебеньков [и др.] // Комплексные исследования архипелага Шпицберген. – Апатиты, 2003. – С. 80–85.
15. Евдокимов А. Н. Вещественный состав и возраст кимберлитоподобных пород архипелага Шпицберген / А. Н. Евдокимов, М. Ю. Бурнаев, А. Н. Сироткин // Геология алмазов – настоящее и будущее. – Воронеж : ВГУ, 2005. – С. 450–456.
16. Зайцев А. И. Геохронология и изотопная геохимия карбонатитов Якутии / А. И. Зайцев [и др.]. – Якутск : ЯНЦ СО РАН, 1992. – 248 с.
17. Зинчук Н. Н. Типоморфизм алмазов из россыпей Сибирской платформы как основа поисков алмазных месторождений / Н. Н. Зинчук, В. И. Коптиль, Б. И. Борис, А. Н. Липашова // Руды и металлы, 1999. – № 3. – С. 18–30.
18. Зубков Л. Б. Мономинеральные титановые россыпные месторождения / Л. Б. Зубков, Н. Г. Патык-Кара // Россыпные месторождения России и других стран СНГ. – М. : Научный мир, 1997. – С. 234–271.
19. Калинин В. В. Девонская эпоха марганцевого рудообразования на территории СССР / В. В. Калинин, Д. Г. Сапожников // Условия образования рудных месторождений, труды VI Симпозиума МАГРМ, Тбилиси, 6–12 сент. 1982. – М. : Наука, 1986. – С. 799–804.
20. Колотухина С. Е. Геология месторождений редких элементов Южной Америки / С. Е. Колотухина [и др.]. – М. : Наука, 1968. – 280 с.
21. Конищев В. С. Геодинамические условия формирования и основные этапы развития Припят-

ско-Донецкого палеорифта / В. С. Конищев // Литосфера, 1998. – № 8. – С. 91–97.

22. 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.

23. *Ладыгина М. Ю.* Минералы-спутники алмаза Западно-Русской алмазоносной субпровинции : автореф. дис. ... канд. геол.-минерал. наук / М. Ю. Ладыгина. – Санкт-Петербург, 2002. – 24 с.

24. *Левашкевич В. Г.* Геотермические исследования на трубке взрыва «Цупер» / В. Г. Левашкевич, В. Н. Астапенко // Литосфера, 1998. – № 8. – С. 131–133.

25. *Магакьян И. Г.* Металлогения (главные рудные пояса) / И. Г. Магакьян. – М. : Недра, 1974. – 304 с.

26. *Мальков Б. А.* Эпохи кимберлитового магматизма, палеороссыпи и промежуточные коллекторы алмазов на Русской платформе, Тимане и Урале / Б. А. Мальков, Е. Б. Холопова // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24–26 апреля 2001 г. – Сыктывкар : Геопринт, 2001 г. – С. 194–196.

27. *Металиди И. С.* Петрохимическая идентификация ультраосновно-щелочных пород Петровско-Кумачевского поля (Украина) / И. С. Металиди, В. Б. Василенко, Ю. В. Гейко, Н. Н. Зинчук // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. Воронеж : ВГУ, 2003. – С. 403–408.

28. *Милановский Е. Е.* Рифтогенез в истории Земли. Рифтогенез на древних платформах / Е. Е. Милановский. – М. : Недра, 1983. – 280 с.

29. *Мингазов Д. Т.* Первые находки палеозойских кимберлитов в центральной части Анабарского щита / Д. Т. Мингазов, Л. Е. Голота, В. А. Истомина // Докл. РАН, 1996. – Т. 374. – № 1. – С. 72–76.

30. *Михайлов М. В.* Перспективы обнаружения на Русской платформе новых среднепалеозойских месторождений алмазов / М. В. Михайлов, Г. А. Беляев, Г. С. Кузьмина и др. // Рег. геология и металлогения, 2000. – № 12. – С. 158–177.

31. *Михайлов М. В.* Коренные источники алмазов Западно-Русской кимберлитовой субпровинции (Ленинградская область) / М. В. Михайлов, В. А. Беляев, Г. С. Кузьмина, М. Ю. Ладыгина, О. И. Лукьянова, А. А. Поляков // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24–26 апреля 2001 г. Сыктывкар : Геопринт, 2001. – С. 125–127.

32. *Наркелюн Л. Ф.* Медистые песчаники и сланцы мира / Л. Ф. Наркелюн, В. С. Салихов, А. И. Трубачов. – М. : Недра, 1983. – 414 с.

33. *Никитин Е. А.* Перспективы алмазоносности территории Беларуси / Е. А. Никитин, П. З. Хомич, С. П. Гудак [и др.]. // Прогнозирование и поиски коренных алмазных месторождений. Тезисы Межд. научно-практ. конф. – Симферополь–Судак, 1999. – С. 148–151.

34. Основы тектоники Китая / под ред. Ли Сыгуан. – М. : Госгеолтехиздат, 1962. – 527 с.

35. *Пожиленко В. И.* Геология рудных районов Мурманской области / В. И. Пожиленко [и др.]. – Апатиты, 2002. – 360 с.

36. *Поляков И. В.* Новые аспекты алмазоносности кимберлитов Терского берега Мурманской области / И. В. Поляков, М. М. Калинин, О. С. Сергеева // Алмазы и алмазоносность Тимано-Уральского региона. Мат. Всерос. сов. 24–26 апреля 2001 г. Сыктывкар : Геопринт, 2001. – С. 121–122.

37. *Романович И. Ф.* Полезные ископаемые / И. Ф. Романович, И. А. Филиппова, И. И. Дорофеева [и др.]. – М. : Недра. – 1992. – 544 с.

38. *Савко А. Д.* Эпохи мощного корообразования и кимберлитового магматизма в истории Земли / А. Д. Савко, Л. Т. Шевырёв, Н. Н. Зинчук. – Воронеж : Воронежский госуниверситет, 1999. – 102 с.

39. *Смыслов А. А.* Недра России : в 2 т. – Т. 1 / А. А. Смыслов [и др.]. – М., 2001. – 547 с.

40. *Соболев Н. В.* Хромсодержащие пиропы в нижнекаменноугольных отложениях Кютюнгинского прогиба / Н. В. Соболев [и др.] // Геол. и геоф. – 1981. – № 2. – С. 14–23.

41. *Когарко Л. Н.* Возраст и происхождение щелочных пород Хибинского массива (изотопия рубидия и стронция) / Л. Н. Когарко, У. Крамм, А. Блэксланд [и др.] // Докл. РАН, 1983. – Ч. 268. – № 4. – С. 970–972.

42. Карбонатиты и кимберлиты (взаимоотношения, минерагения, прогноз) / А. А. Фролов [и др.]. – М. : Природа, 2005. – 540 с.

43. *Хаин В. Е.* Региональная геотектоника (Внеальпийская Азия и Австралия) / В. Е. Хаин. – М. : Недра, 1979. – 356 с.

44. *Харькив А. Д.* История алмаза / А. Д. Харькив, Н. Н. Зинчук, В. М. Зуев. – М. : Недра, 1997. – 601 с.

45. *Харькив А. Д.* Коренные месторождения алмазов мира / А. Д. Харькив, Н. Н. Зинчук, А. И. Крючков. – М. : Недра, 1998. – С. 506–528.

46. *Хомич П. З.* Новая кимберлит-лампроитовая провинция на западе Восточно-Европейской

платформы и направление геолого-разведочных работ по оценке ее алмазоносности / П. З. Хомич [и др.] // Основные направления повышения эффективности и качества работ геологоразведочных работ на алмазы. Иркутск, 1990. – С. 52–65.

47. Чашка А. И. К вопросу о перспективах коренной алмазоносности Украины / А. И. Чашка // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века. Воронеж : ВГУ, 2003. – С. 173–176.

48. Чашка А. И. Роль и задачи шлихо-минералогического и геолого-геохимического опробования в поисках алмазных месторождений в Украине на современном этапе / А. И. Чашка // Перспективи алмазоносності території України. – Київ : УкрДГРІ, 2004. – С. 65–73.

49. Шнейдерхён Г. Рудные месторождения / Г. Шнейдерхён. – М. : Издательство иностр. лит, 1958. – 501 с.

50. Dostal Jaroslav. Geochemical variations in peraluminous granitic rocks of the Late Devonian Davis Lake pluton, Nova Scotia, Canada: a key to the understanding of the mineralization / Jaroslav Dostal, J. Victor Owen, Amulaya Chatterjee // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – V. 3. – 382 p.

51. Gerel Ochir. Metallogeny and tectonics of Mongolia / Ochir Gerel, Gombosuren Bodarch, Warren J. Nokleberg, Dedjima Gumchin // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – V. 2. – 233 p.

52. 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. – Moscow, 2000. – P. 213–295.

53. Kramm U. The Kola alkaline province of the CIS and Finland precise Rb-Sr age define 380–360 age range for all magmatism / U. Kramm, L. N. Kogarko, V. A. Kononova, H. Vartiainen // Lithos, 1993. – V. 30. – P. 33–44.

54. Kudryavtsev Yu. K. Tectonic Setting of Paleozoic Copper and Gold Deposits in the Central and Eastern Kazakhstan / Yu. K. Kudryavtsev, V. S. Popov // Geodynamics and Metallogeny: Theory and Applications for Applied Geology / N.V.Mezhelovsky et al., eds. – M., 2000. – P. 359–373.

55. Mironov Anatoliy. Re-Os dating of the Orekitkan molybdenum deposit (Russia) / Anatoliy Mironov, Holly Stein, Aaron Zimmerman, Gang Yang // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – V. 1. – 065 p.

56. Peter Jan M. Geochemistry and Genesis of polymetallic massive volcanogenic massive sulfide deposits of the Finlayson Lake district, Yukon territory, Canada / Jan M. Peter [et al.] // Understanding the genesis of ore deposits to meet the 21-st century, 12-th Quadrennial IAGOD Symposium, Moscow, 21–24 August. – 2006. – Abstracts. – V. 3. – 300 p.

57. Sáez R. The Iberian type of volcanosedimentary massive sulphide deposits / R. Sáez [et al.] // Mineralium Deposita, 1999. – V. 34. – P. 549–570.

58. Zaykov V. V. Volcanic complexes in spreading basins of the southern Urals / V. V. Zaykov, E. V. Zaykova, V. V. Maslennikov // Geodynamics and Metallogeny: Theory and Applications for Applied Geology / N. V.Mezhelovsky et al., eds. Moscow, 2000. – P. 315–337.

*Воронежский государственный университет
А. Д. Савко, заведующий кафедрой исторической
геологии, доктор геолого-минералогических наук,
профессор, заслуженный геолог России
Тел. 8 (4732) 208-634
E-mail: asavko@geol.vsu.ru*

*Л. Т. Шевырëв, доктор геолого-минералогических наук,
ведущий научный сотрудник НИИ Геологии ВГУ
Тел. 8 (4732) 208-634
E-mail: shevpp@yandex.ru*

*Voronezh State University
A. D. Savko, Head of the Historical Geology Chair,
doctor of the mineralogical and geological sciences,
professor, Celebrated Geologist of Russia
Tel. 8 (4732) 208-634
E-mail: asavko@geol.vsu.ru*

*L. T. Shevyrev, doctor of the mineralogical and
geological sciences, leading scientific associate of the
Science-and-Search institute
Tel. 8 (4732) 208-634
E-mail: shevpp@yandex.ru*