

МЕСТОРОЖДЕНИЯ СВИНЦА И ЦИНКА В ИСТОРИИ ФОРМИРОВАНИЯ ЗЕМНОЙ КОРЫ

© 2016 г. Е. С. Контарь

Уральская геологосъемочная экспедиция
620014, г. Екатеринбург, ул. Вайнера, 55
E-mail: eskontar@mail.ru

Поступила в редакцию 08.12.2015 г.

Принята к печати 04.02.2016 г.

Обобщены данные по размещению в структурах Земли месторождений свинца и цинка следующих геолого-промышленных типов (ГПТ): колчеданного кипрского, колчеданного уральского, колчеданного куроко, колчеданного филизчайского, стратиформного свинцово-цинкового в карбонатных толщах, скарнового свинцово-цинкового (стратиформного скарнированного), стратиформного свинцово-цинкового в терригенных толщах, свинцово-цинкового жильного. Согласно выполненным автором оценкам, в истории Земли, по крайней мере, с позднего архея и по четвертичное время включительно, накоплено не менее 17.3 млрд т руды, содержащей свыше 317 млн т свинца и 600 млн т цинка.

Ключевые слова: месторождения свинца и цинка, геолого-промышленные типы, колчеданный кипрский, колчеданный уральский, колчеданный куроко, колчеданный филизчайский, стратиформный свинцово-цинковый в карбонатных толщах, скарновый свинцово-цинковый (стратиформный скарнированный), стратиформный свинцово-цинковый в терригенных толщах, свинцово-цинковый жильный.

ВВЕДЕНИЕ

Месторождения свинца и цинка, как и месторождения меди, служат важнейшим сырьевым источником цветной металлургии, производства благородных металлов и химической промышленности. Руды этих месторождений помимо основных металлов содержат значительные количества меди, серебра, золота, олова, висмута, сурьмы, индия, кадмия, а также барита и флюорита.

Месторождения этих металлов известны на всех континентах (кроме Антарктиды), а также в некоторых структурах Мирового океана (рис. 1). Они распространены в широком возрастном диапазоне – от позднего архея и по четвертичное время включительно.

Существующие варианты геолого-промышленной типизации месторождений свинца и цинка разнообразны. Из табл. 1 видно, что ни один из вариантов геолого-промышленной типизации месторождений свинца и цинка не является всеобъемлющим, все они как бы дополняют друг друга. Это обстоятельство позволило автору предложить следующий обобщенный вариант геолого-промышленной типизации месторождений свинца и цинка.

I. Группа (семейство, по В.И. Смирнову) колчеданных геолого-промышленных типов, включающая

I-1. цинксоодержащий медноколчеданный (кипрский);

I-2. свинецсоодержащий медно-цинковоколчеданный (уральский);

I-3. медно-свинцово-цинковоколчеданный (куроко или рудноалтайский);

I-4. свинцово-цинковоколчеданный (филизчайский).

II. Группа стратиформных геолого-промышленных типов, включающая

II-1. свинцово-цинковый стратиформный в карбонатных толщах (миргалимсайский, каратауский, миссисипский, атасуйский);

II-2. свинцово-цинковый стратиформный в терригенных толщах (лайсвальский);

II-3. свинцово-цинковый скарновый (в сущности, это скарнированный, регенерированный свинцово-цинковый стратиформный в карбонатных толщах) (приаргунский).

III. Свинцово-цинковый жильный (садонский).

Ближний вариант типизации предложен А.Л. Дергачевым с соавторами [10]. Они выделили пять типов месторождений, которые в определенной мере сопоставимы с приведенными выше, а именно: плутоногенные (соответствующие частично типу II-3 и типу III), вулканогенные колчеданные (соответствующие типам I-1, I-2, I-3), стратиформные эксгальационно-осадочные в терригенных породах (соответствующие типу I-4), стратиформные в карбонатных породах (соответствующие типам II-1 и частично II-3) и свинцовые в песчаниках (соответствующие типу II-2).

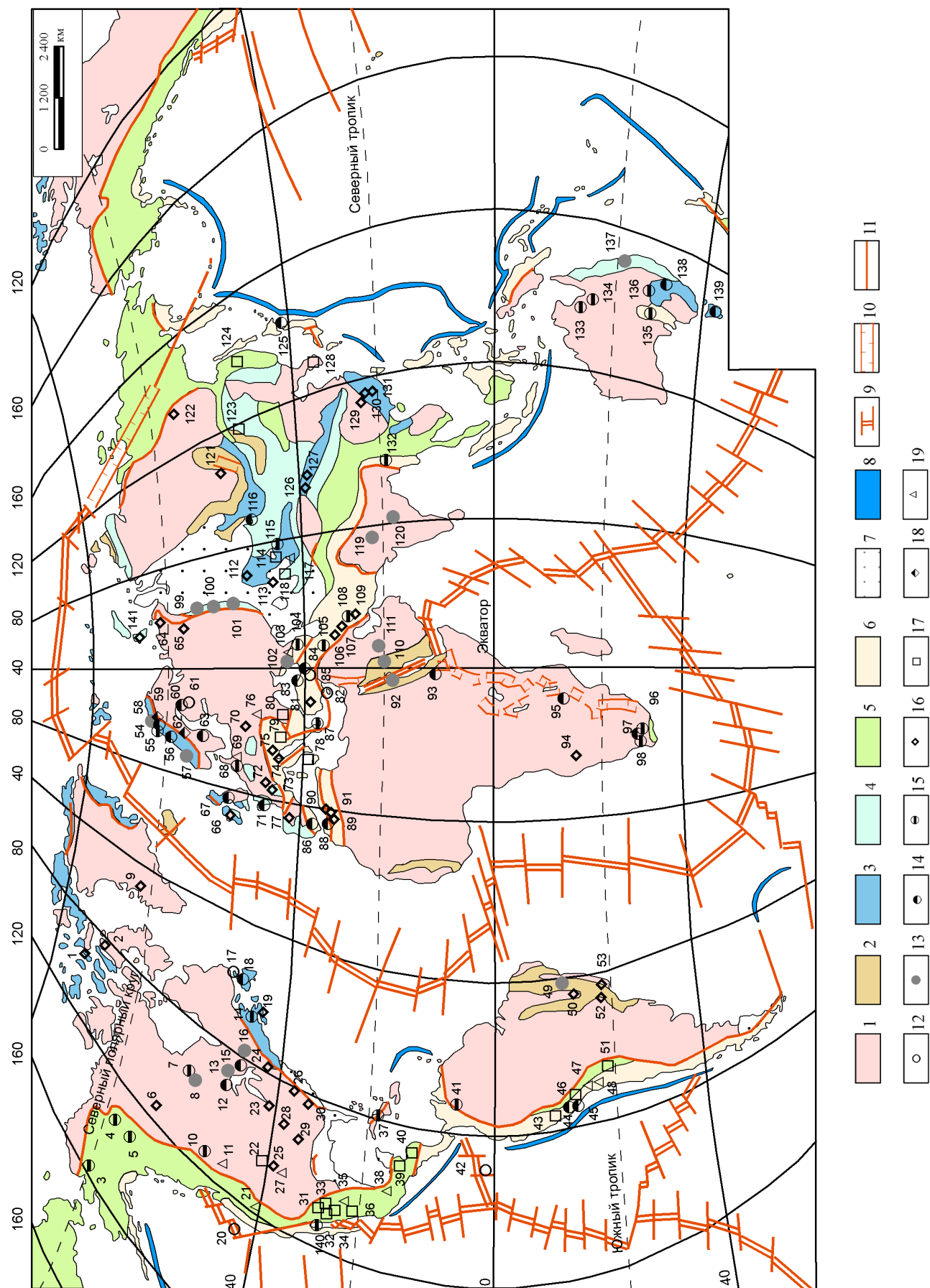


Рис. 1. Схема размещения месторождений свинца и цинка в структурах Земли по В.Н.Выдрину из работы [6] с уточнениями и дополнениями.

1 – древние платформы; 2 – байкалитиды; 3 – каледонииды; 4 – герциниды; 5 – киммериды; 6 – альпиды; 7 – осадочный чехол каледонид и герцинид; 8 – глубоководные желоба; 9 – рифтовые зоны и трансформные разломы Мирового океана; 10 – континентальные рифты; 11 – крупнейшие тектонические нарушения; 12–19 – геолого-промышленные типы месторождений свинца и цинка: 12 – колчеданный уральский, 13 – колчеданный кипрский, 14 – колчеданный куроко, 15 – колчеданный филизчайский, 16 – стратиформный свинцово-цинковый в карбонатных породах, 17 – свинцово-цинковый скварный (стратиформный свинцово-цинковый в карбонатных породах скваризованный); 18 – стратиформный свинцово-цинковый в терригенных породах, 19 – свинцово-цинковый жильный. Главнейшие месторождения, рудные поля, рудные районы: 1. Полярис; 2. Нанисвик; 3. Ред-Дог; 4. Том, Джасон; 5. Энвил; 6. Пайн-Пойнт; 7. Сноу-Лейк; 8. Флин-Флон; 9. Блэк-Энджел; 10. Салливан; 11. Кер-д'Ален; 12. Стерджен-Лейк; 13. Кидд-Крик; 14. Батерс-Ньюкасл; 15. Эррингтон, Вермиллон; 16. Норанда; 17. Бетс-Ков, Титл-Ков и др.; 18. Баченс (Бакане); 19. Гейс-Ривер; 20. Хуан-де-Фука; 21. Парк-Сити; 22. Тинтик, Бингем (непорфировые руды); 23. Верхнемиссисипиская долина; 24. Балмат-Эдуард; 25. Ледвиллская группа; 26. Остинвилл-Айванхо; 27. Сан-Хуан; 28. ЮВ Миссури; 29. Три-Стейтс; 30. Джефферсон-Сити-Маскот; 31. Сан-Педро-Коралито; 32. Санга-Эуалия, Найка; 33. Лос-Ламентос, Сан-Карлос; 34. Санга-Барбара; 35. Паррал; 36. Авин; 37. Карлотта, Санга-Лосия, Магаамбре; 38. Пачука; 39. Монтегиро; 40. Эль-Мочито; 41. Байладорес (Лас-Тапыас); 42. Галапагос-Рифт; 43. Уансала (Хуансала); 44. Серро-де-Паско; 45. Каспалька (Каспалька), Сантандер; 46. Мороча; 47. Матильда; 48. Уанчака; 49. Караиба; 50. Бокриа; 51. Агилар (Эль-Агилар); 52. Византи; 53. Мору-Агуду; 54. Сулителма; 55. Рана, Муфельлет, Бейквасси; 56. Стекенек, Леви; 57. Леккен, Твэрфеллет; 58. Болден (Шелефто); 59. Лайсвалли; 60. Виханти; 61. Оуткумпу; 62. Вассбо; 63. Фалун, Гарпенберг; 64. Саурейско; 65. Ильчская группа; 66. Наван, Тайнах (Тайнар), Сильвермайн; 67. Парис-Маунтин; 68. Меттен, Раммельсберг; 69. Р-н Западного Гарца; 70. Силезко-Краковский р-н; 71. Боденек, Порт-о-Муан; 72. Ле-Малин, Ларзантьер; 73. Сен-Сальви; 74. Блайберг; 75. Райбл, Салафосса; 76. Береговское; 77. Реосин, Рубiales; 78. Группа месторождений о-ва Сардиния; 79. Тречча (Стр Трг); 80. Мадан; 81. Балья-Маден; 82. Месторождения массива Троодос (о-в Кипр); 83. Ашикей; 84. Мургул-Анаятас; 85. Эргани-Маден; 86. Иберийский пиритный пояс; 87. Мадем-Лаккос; 88. Ходжар; 89. Зейда, Бу-Мия, Мибладен; 90. Группа Гуисент-Бу-Беккер; 91. Эль-Абед, Бу-Дука; 92. впадина Атлантис II; 93. Алди-Нефас, Дыбыруа; 94. Цумеб; 95. Саньяти; 96. Аггенис (Эггенис), Блэк-Маунтин, Броккен-Хилл; 97. Приска; 98. Гамсберг; 99. Месторождения Северного Урала; 100. Месторождения Среднего Урала; 101. Месторождения Южного Урала и Мугодзар; 102. Худес, Уруп; 103. Садон, Згид, Архон; 104. Филизчай; 105. Энгугуран (Ангугуран); 106. Шехух; 107. Мехди-Абад (Мехдиабад); 108. Кушк; 109. Тавдзхук; 110. Жебель-Санд; 111. Хнайт; 112. Агасуйский район; 113. Карагатауская группа; 114. Алтын-Топканская группа; 115. Текели, Коксу; 116. Рудный Алтай; 117. Канмансур; 118. Кургушинская группа; 119. Мадхан-Кудхан, Колихан, Раджугура-Дариба; 120. Радха; 121. Таборное, Луговое; 122. Сардана, Уруй, Перевальное; 123. Нерчинская группа; 124. Дальнегорская группа; 125. Месторождения района Куроко; 126. Тэн-Бао-Шань; 127. Сите-Шань (Ситешань); 128. Йонхва I, II; 129. Таолин; 130. Шуйкушань; 131. Фанькоу; 132. Бодун (Боудун); 133. Мак-Артур-Ривер; 134. Маунт-Айза, Хилтон, Леди-Лоретта; 135. Броккен-Хилл; 136. Элура; 137. Маунт-Морган; 138. Вудлон, Кэптейнс-Флет; 139. Ред-Розбери, Хеллиер, Маунт-Лайель; 140. Впадина Гуаймас (Калифорнийский залив); 141. Павловское.

Fig. 1. The scheme of location of the lead and zinc deposits in the structures of the Earth (by V.N. Vydrin, from [6] with elaborates and additions).

1 – ancient platforms; 2 – Baikalsides; 3 – Caledonides; 4 – Hercynides; 5 – Cimmerides; 6 – Alpides; 7 – sedimentary cover of Caledonides and Hercynides; 8 – deep-water troughs; 9 – rift zones and transform faults of the oceans; 10 – continental rifts; 11 – the main tectonic faults; 12–19 – geological-industrial types of lead and zinc deposits: 12 – massive sulphide Cyprus, 13 – massive sulphide Urals, 14 – massive sulphide Kuroko, 15 – massive sulphide Filizchay, 16 – stratiform lead-zinc carbonate-hosted, 17 – skarn lead-zinc (stratiform, converted to skarns), 18 – stratiform lead-zinc clastic-hosted, 19 – lead-zinc vein. The principal deposits, ore fields, ore areas: 1. Polaris; 2. Nanisivik; 3. Red Dog; 4. Tom, Jason; 5. Envil; 6. Pine Point; 7. Snow Lake; 8. Flin Flon; 9. Black Angel; 10. Sullivan; 11. Coeur d'Alene; 12. Sturgeon Lake; 13. Kidd Creek; 14. Batters-Newcastle; 15. Erington, Vermilion; 16. Noranda; 17. Betts Cove, Tittle Cove and others; 18. Buchans; 19. Geis River; 20. Juan de Fuca; 21. Park City; 22. Tintic, Bingham (nonporphyry ore); 23. Upper-Mississippi Valley; 24. Balmat-Edwards; 25. Leadville group; 26. Ostinville-Aivanhov; 27. San Juan; 28. SE Missouri; 29. Three-States; 30. Jefferson-City-Mascot; 31. San Pedro Korallitos; 32. Santa Eulalia, Nike; 33. Los Lamentos, San Carlos; 34. Santa Barbara; 35. Parral; 36. Avino; 37. Carlotta, Santa Lucia, Mataambre; 38. Pachuca; 39. Montenegro; 40. El Machito; 41. Bayladores (Las Tapyas); 42. Galapagos Rift; 43. Uansala (Huansala); 44. Cerro-de-Pasco; 45. Kasapalka, Santander; 46. Morococha; 47. Matilda; 48. Huanchaca; 49. Carib; 50. Bokira; 51. Aguilar (El Aguilar); 52. Byzantium; 53. Mora-Agudo; 54. Sulitelma; 55. Rana Mufellet, Bleykvassli; 56. Stekkenok, Levi; 57. Lekken, Tverfallet; 58. Boliden (Shelftef); 59. Laysvalli; 60. Vihanti; 61. Outokumpu; 62. Vassbo; 63. Falun, Garpenberg; 64. Saureyskoe; 65. Ilych group; 66. Navan, Tynagh, Silvermayns; 67. Paris Mountain; 68. Meggen, Rammelsberg; 69. West Harz district; 70. Silesian-Krakow region; 71. Bodennek, Port-au-Moine; 72. Le Malin, Larzhanter; 73. Saint-Salvi; 74. Bleiberg; 75. Raybi, Salafossa; 76. Beregovskoe; 77. Piersyn, Rubiales; 78. The group of deposits of the island of Sardinia; 79. Trepecha (Old Trg); 80. Madan; 81. Balya-Maden; 82. Deposits of Troodos region (Cyprus); 83. Ashikey; 84. Murgul-Anayatak; 85. Ergani-Maden; 86. Iberian pyrite belt; 87. Madem-Lakkos; 88. Hodzhar; 89. Zeid, Bou Mia, Mibladen; 90. Group Twiss Bou Bekker; 91. El-Abed, Boo-Duk; 92. Atlantis II basin; 93. Adi Nefas, Dybyrua; 94. Tsumeb; 95. Sanyati; 96. Aggenis (Eggenis), Black Mountain, Broken Hill; 97. Prisca; 98. Gamsberg; 99. The deposit of the Northern Urals; 100. The deposits of the Middle Urals; 101. The deposits of the Southern Urals and Mugodzhary; 102. Khudes, Urup; 103. Sadon, Zgid, Archon; 104. Filizchay; 105. Enguguran (Anguguran); 106. Shekhuk; 107. Mehdi Abad (Mehdiabad); 108. Kushk; 109. Tavdzkhuk; 110. Jabal Sayid. 111. Hnaysiya; 112. Atasy area; 113. Karatau group; 114. Altyn-Topkan group; 115. Tekeli, Koksui; 116. Ore Altai; 117. Kammanur; 118. Kurgushinsk group; 119. Madhav-Kudhan, Kolihan, Rajpur-Dariba; 120. Radha; 121. Tabormoye, Lugovoe; 122. Sardana, Uruy, Pereval'noe; 123. Nerchinsk group; 124. Dalnegorsk group; 125. Kuroko deposit area; 126. Teng-Bao-Shan; 127. Cite Shan (Siteshan); 128. Yonhva I, II; 129. Taolin; 130. Shuykoushan; 131. Fankou; 132. Boudouin (Boudvin); 133. McArthur River; 134. Mount Isa, Hilton, Lady Loretta; 135. Broken Hill; 136. Eluru; 137. Mount Morgan; 138. Woodlawn, Captains-Flat; 139. Red Rosebery, Hellyer, Mount Lyell; 140. Guaymas Basin (Gulf of California); 141. Pavlovsk.

Таблица 1. Существующие варианты геолого-промышленной типизации месторождений свинца и цинка и их сопоставление
Table 1. The available geological-industrial typification deposits of lead and zinc and their comparison

[38]	[28]	[29]	[4], [7]	[23]	[39]	[3]	[35]	[6]
Основные типы			Колчеданно-полиметаллические месторождения в докембрийских метаморфических толщах	Главные типы	Примитивный тип (Primitive Type) Тип Бесси (Besshi Type) Тип медистых пиритов (Cu-rich Pyrite Type)			
Колчеданно-полиметаллические месторождения в докембрийских метаморфических породах	Колчеданный	Колчеданный	Колчеданно-полиметаллические месторождения в вулканогенно-осадочных породах	Медно-свинцово-цинковый колчеданный в осадочно-вулканогенных породах (рудноалтайский тип)	Полиметаллический тип (Polymetallic Type)	Колчеданно-полиметаллический в риолитоидных вулканогенных формациях геосинклиналей (рудноалтайский тип)	Медно-свинцово-цинковый колчеданный (рудноалтайский тип)	Колчеданно-полиметаллический
Колчеданно-полиметаллические месторождения в вулканогенно-осадочных и терригенных толщах	Колчеданный	Колчеданный	Колчеданно-полиметаллические месторождения в терригенных породах	Медно-свинцово-цинковый колчеданный в углеродисто-терригенных породах (филизчайский тип)	Вмещаемые обломочными породами (Clastic-hosted Type)	Колчеданно-полиметаллический в терригенных формациях геосинклиналей (филизчайский тип)	Медьсодержащий свинцово-цинковый колчеданный (филизчайский тип)	
Полиметаллические месторождения в скарнированных и окварцованных карбонатных породах	Скарновый, метасоматический	Скарновый, трещинно-метасоматический	Скарновый	Свинцово-цинковый в карбонатных породах, часто со скарнами (приаргунский тип). Относится к второстепенным типам		Метасоматический и скарновый (приаргунский тип)	Свинцово-цинковый "скарновый" ретеррированный (приаргунский тип)	Неправильные залежи в карбонатных породах, иногда в ассоциации со скарнами ("скарновый")
Свинцово-цинковые стратиформируемые месторождения в карбонатных породах	Стратиформный	Эпиплатформный, перикратонный, субгеосинклинальный	Стратиформный свинцово-цинковый в карбонатных породах	Свинцово-цинковый стратиформный в карбонатных породах (миргалимсайский тип) Второстепенные типы	Вмещаемые карбонатными породами (Carbonate-hosted Type)	Свинцово-цинковый стратиформный в карбонатных формациях геосинклиналей и платформ (карагауский, миргалымсайский или миссисипский типы)	Свинцово-цинковый стратиформный (миргалимсайский тип)	Стратиформный
Полиметаллические жильные и жильобразные месторождения	Жильный	Трещинно-жильный	Жильный	Свинцово-цинковый жильный в разнообразных породах (садонский тип)		Жильный и жильно-штокерковский (садонский тип)	Свинцово-цинковый жильный (садонский тип)	Жильный

	Железо-марганцево-цинково-колчеданный (атакусый тип)								
	Колчеданно-полиметаллический в карбонатно-кремнистых формациях геосинклиналей (атакусый тип)								
Железо-марганцево-цинково-колчеданный в трахитовидных вулканогенно-терригенно-карбонатных породах (атакусый тип)	Свинцово-цинковый стратиформный в терригенных породах (лайсвальский тип)								
Второстепенный тип	Стратиформные месторождения медистых песчаников, содержащих свинец и цинк								

Каждый из этих геолого-промышленных типов занимает вполне определенное место в тектономагматическом процессе и они характеризуются специфическими геодинамическими (палеотектоническими) обстановками формирования, что достаточно обстоятельно рассмотрено в отечественной и зарубежной литературе [3–7, 9, 14–16, 22, 26, 28, 29, 32, 35, 37–39 и др.].

Колчеданные месторождения выделены В.И. Смирновым в качестве самостоятельной генетической группы эндогенных месторождений. Большинство исследователей этих объектов единодушны в том, что они являются производными субмаринных осадочно-вулканогенных базальтоидных комплексов ранних стадий эвгеосинклинального (палеоокеанического, палеоостроводужного) развития складчатых систем. По особенностям внутреннего строения, вещественного наполнения, характера субстрата Г.А. Твалчрелидзе [34] выделил офиолитовые, первичные, вторичные и сланцевые геосинклинали, которым соответствуют колчеданные месторождения кипрского, уральского, куроко (рудноалтайского) и филизчайского типов. Месторождения кипрского и уральского типов относятся к группе медно- и медно-цинково-колчеданных, которые формировались в структурах, образованных на коре океанического типа. Месторождения типов куроко (рудноалтайского) и филизчайского являются колчеданно-полиметаллическими (медно-свинцово-цинковыми и свинцово-цинковыми) и их образование связывается с участием в рудогенезе вещества континентальной коры.

Колчеданные месторождения кипрского типа приурочены к недифференцированным натровым толетитовым базальтовым формациям, сосуществующими с альпинотипными ультрамафитами в рамках офиолитовых ассоциаций. Для этих месторождений характерен существенно медный или медно-серный состав руд с подчиненной ролью цинка. Колчеданные месторождения уральского типа связаны с дифференцированными натровыми бимодальными базальт-риолитовыми (и/или непрерывными базальт-андезит-дацит-риолитовыми) сериями и обладают медными и медно-цинковыми рудами с низкими содержаниями свинца. Колчеданные месторождения типа куроко (рудноалтайского) ассоциируют с кали-натровыми бимодальными базальт-риолитовыми сериями в структурах, образованных на геоантиклинальных поднятиях или срединных массивах. Руды этих месторождений имеют медно-свинцово-цинковый ($\pm$ барит, флюорит) состав. Колчеданные месторождения филизчайского типа ассоциируют, как правило, с тонким вулканогенным флишем, содержащим углеродистые, иногда карбонатные породы, при редуцированном развитии вулканизов базальтового либо андезит-дацитового состава или их отсутствии. Рудоносными являются глубоководные окраинно-

континентальные прогибы, либо прогибы во фронтальных или фланговых частях островных дуг. Руды этих месторождений являются свинцово-цинковыми ($\pm$ барит), маломедистыми.

Такая типизация колчеданных месторождений с некоторыми нюансами принимается большинством исследователей этих объектов. Одним из таких нюансов является выделение самостоятельного типа “бесси”, который, в сущности, является разновидностью кипрского типа, характеризующейся редуцированным развитием ультрамафитов в составе офиолитовой ассоциации [2].

В геолого-промышленном типе **стратиформных свинцово-цинковых месторождений** в карбонатных толщах могут быть выделены две группы. Одна из них – наиболее многочисленная – это месторождения, локализованные в известняково-доломитовых толщах чехлов древних платформ и/или активизированных срединных массивов (миргалимсайский, каратауский, миссисипский типы). Магматические породы (за исключением иногда отмечающихся кремнекислых или щелочных вулканитов, подстилающих рудоносные толщи, и редких пострудных даек долеритов), как правило, неизвестны. Объекты этой группы характеризуются свинцово-цинковым ($\pm$ барит, флюорит) составом руд с переменными соотношениями главных компонентов. К этой группе принадлежат классические стратиформные свинцово-цинковые месторождения, расположенные в различных структурах чехлов Северо-Американской, Восточно-Европейской, Китайско-Корейской, Африканской платформ.

Характерными особенностями геологических условий размещения месторождений этой группы являются следующие. Накопление пород рудоносных формаций происходило в обстановке трансгрессий эпиконтинентальных морей после длительных периодов денудации сформировавшихся платформ и/или срединных массивов [5, 23, 28, 29, 32, 35]. Ассоциация свинцово-цинкового оруденения с известняково-доломитовыми толщами объясняется Н.М.Страховым [33] близкими палеоклиматическими и палеотектоническими условиями образования. Он считает, что максимум доломитообразования обусловлен сочетанием платформенной обстановки с аридным климатом. Наиболее обильное доломитообразование характерно для рифейских и ранне-среднепалеозойских морей, когда докембрийские платформы лавразийской группы (Северо-Американская, Восточно-Европейская, Сибирская, Китайская) находились в аридных палеоклиматических зонах. Вероятно, поэтому в известняково-доломитовых толщах позднего докембрия, раннего и среднего палеозоя сосредоточено около 80% мировых запасов свинца и около 60% мировых запасов цинка месторождений этого ГПТ. Уже с позднего палеозоя процессы морского доломитообразования в аридных зонах менее

распространены, с чем коррелируется сокращение продуктивности этого времени на стратиформные свинцово-цинковые руды.

Важной особенностью размещения свинцово-цинковых объектов мургалимсайского типа является их пространственная приуроченность к крайним частям нефтегазоносных провинций, а также структурно-парагенетическая и стратиграфическая сопряженность с нефтегазоносными и солеродными формациями.

Впервые на парагенетические связи рудных и нефтегазовых месторождений обратил внимание в начале XX века В.И. Вернадский. Проблема парагенезиса рудо- и нефтидогенеза, способствующего образованию многих промышленно важных месторождений в последние годы привлекает внимание многих исследователей [5, 8, 26, 27, 35, 40]. Не останавливаясь на обзоре этой проблемы, которая обстоятельно рассмотрена Д.И. Горжевским с соавторами [27], отметим лишь некоторые, наиболее важные ее аспекты.

Рудообразование в этих обстановках обеспечивается сложным функционированием геогеодинамических систем, приуроченных к аконсервационным зонам, периферийным участкам нефтегазоносных провинций, лишенным эффективной покрывки. В этой области происходит разгрузка восходящих высокоминерализованных подземных вод и рассолов, сопряженных с нефтегазовыми залежами и имеющих нередко высокие температуры, сопоставимые с температурой гидротермальных растворов. Циркуляция таких горячих высокоминерализованных вод вдоль тектонических нарушений приводит к выщелачиванию из вмещающих пород металлов и переотложению их на различных геохимических барьерах.

Рудные месторождения часто располагаются на одних стратиграфических уровнях с нефтегазовыми залежами или выше; и те, и другие залегают в одинаковых по литолого-фациальному составу образованиях. В частности, хорошо известна нефтегазолокализирующая роль карбонатных рифовых массивов, которые являются также рудовмещающими стратиформных свинцово-цинковых месторождений. Так, свинцово-цинковое месторождение Пайн-Пойнт (Канада) залегает в среднедевонской рифогенной толще и находится на одном стратиграфическом уровне с продуктивными отложениями Западно-Канадского нефтегазоносного бассейна, также имеющими рифогенную природу. На восточной окраине Восточно-Европейской платформы силурийские свинцово-цинковые месторождения Илычской группы расположены в одноименном карбонатном рифовом массиве, который находится на уровне силурийско-раннедевонского карбонатного нефтегазоносного комплекса Тимано-Печорской провинции. Позднедевонские свинцово-цинковые месторождения Каратау находятся вблизи ограни-

чения Чу-Сарысуйского нефтегазоносного бассейна с разновозрастными продуктивными отложениями. Такие примеры могут быть продолжены.

Нередко в коллекторских породах нефтегазовых месторождений присутствуют минералы, свойственные рудным месторождениям – пирит, халькопирит, сфалерит, галенит, барит, флюорит и др. В газовой-жидких включениях этих минералов рудных месторождений обнаруживаются твердые, жидкие и газообразные углеводороды нефтяного ряда, а сами рудовмещающие породы часто битуминизированы, и в них присутствуют, жилы- и каплевидные выделения битумов.

В нефтегазоносных и соленосных толщах часто залегают сероносные и сульфатные отложения, обеспечивающие присутствие в растворах сульфат-иона, необходимого для создания сероводородных осадительных барьеров. Нефтегазоносные территории представляют собой гигантские резервуары органического вещества, являющегося основным источником формирования металлоорганических комплексных соединений, в виде которых осуществляется перенос и отложение многих металлов.

В упомянутых выше работах показано, что по таким моделям сформированы стратиформные свинцово-цинковые руды Силезско-Краковского района, Каратау, Северо-Американской платформы, Северной Африки, Средней Азии, медистые песчаники Центральной Европы, осадочные железные руды Керченско-Таманского и Западно-Сибирского бассейнов, марганцевые руды Южно-Украинского и Северо-Уральского бассейнов.

Другая группа месторождений – это объекты, расположенные в мульдах, наложенных на стабилизированный эвгеосинклинальный субстрат; магматические породы здесь неизвестны, хотя предполагается иногда удаленная связь с трахибазальт-трахитовым вулканизмом. Руды характеризуются железо-марганец-барит-свинцово-цинковым составом – это полиметаллические месторождения Атасуйского района в Центральном Казахстане, относящиеся рядом авторов к одной из разновидностей колчеданного семейства (см табл. 1). Е.И. Филатов [35] показал, что рудовмещающими породами месторождений Атасуйского района является фаменская субплатформенная (шельфовая) кремнисто-карбонатная толща чехла Казахстанско-Северо-Тяньшанского массива ранней консолидации. Эта толща слагает Жайлыминскую мульду, наложенную на стабилизированные, пережившие орогенное развитие, геосинклинальные каледониды. Все это свидетельствует о том, что определение “колчеданный” для объектов Атасуйского района не применимо. Видимо, исходя из этих или близких соображений В.А. Перваго [28] отнес эти объекты к стратиформным. В ряде своих работ [17–19], автор также считал, что месторождения Атасуйского района по своим палеотектоническим особенно-

стям ближе к стратиформным свинцово-цинковым, чем к колчеданным.

Месторождения скарнового (приаргунского) ГПТ представляют собой, по существу, в своем большинстве скарнированные (регенерированные) объекты миргалимсайского типа. Они приурочены к орогенным или орогенно-активизационным вулкано-интрузивным поясам, наложенным либо на края платформ, либо на срединные массивы (массивы ранней консолидации), в чехлах которых уже расположены стратиформные свинцово-цинковые месторождения. По поводу объектов этого типа Г.В. Ручкин с соавторами [23] отмечают: “Совокупность целого ряда геологических факторов позволяет сделать вывод о том, что эти месторождения образовывались в результате контактовых преобразований ранее существовавших свинцово-цинковых месторождений”.

Весьма показательными примерами могут служить кайнозойские вулкано-интрузивные пояса Мексики и запада США, в связи с которыми образованы многочисленные и значительные по размерам скарновые свинцово-цинковые месторождения с высокими содержаниями серебра. Причем, чрезвычайно интересен следующий факт: так называемые “непорфировые” средне-позднекаменноугольные свинцово-цинковые руды месторождения Бингем подвержены контактовому воздействию среднепалеогеновых монзонитов, обеспечивших формирование одноименного крупного молибден-меднопорфирового объекта. Принципиально сходная ситуация проявлена в Кураминском вулкано-интрузивном поясе Узбекистана, где позднекаменноугольные сиенито-диориты с молибден-меднопорфировыми рудами месторождений Алма-лыкской группы оказывают контактовое метаморфизирующее воздействие на позднедевонские стратиформные свинцово-цинковые руды месторождений Кургушинканской группы.

С.В. Ежов [11] на основе изучения, включающего эксперименты по моделированию процессов скарно- и рудообразования, “скарнового” свинцово-цинкового месторождения Алтын-Топкан (Таджикистан) показал следующее. Источником оруденения в скарнах являются стратиформные свинцово-цинковые руды в карбонатных породах позднего девона–раннего карбона. Роль среднекаменноугольных гранитоидов сводится к прогреву этих рудоносных карбонатных пород, созданию конвективного потока растворов, переносящих металлы к контактам интрузий и отложению их в зонах скарнообразования, т.е. к преобразованиям первичных стратиформных рудных залежей. Месторождение Трепча (Стари Трг) в Сербии, расположенное на северо-западном фланге Македонского вулкано-интрузивного пояса считается классическим скарновым, однако, как отмечают А.И. Кривцов и И.Ф. Мигачев [21], оно близко к стратиформным полиметаллическим месторожде-

Таблица 2. Динамика текущих запасов свинца/цинка по главнейшим ГПТ (развитые капиталистические и развивающиеся страны)

Table 2. Dynamics of current reserves of lead/zinc on the main GIT (developed capitalist and developing countries)

Год	Группа колчеданных ГПТ ¹		Стратиформный свинцово-цинковый		Скарновый		Жильный		Итого, млн т
	Запасы, млн т	Доля в запасах, %	Запасы, млн т	Доля в запасах, %	Запасы, млн т	Доля в запасах, %	Запасы, млн т	Доля в запасах, %	
1961	34.51/54.32	57.1/42.7	11.02/24.54	18.02/22.5	5.74/14.93	9.5/13.7	9.19/23.04	15.2/21.1	60.46/109.01
1966	34.08/59.57	51.4/48.0	17.02/31.64	25.7/25.5	5.54/12.99	8.4/10.5	9.61/19.89	14.5/16.0	66.25/124.09
1971	39.71/71.58	42.3/49.1	34.99/40.50	37.3/27.8	7.28/11.89	7.8/8.2	11.78/21.71	12.6/14.9	93.76/145.68
1976	55.71/110.97	42.2/52.8	58.24/60.66	42.3/28.9	7.78/14.09	5.7/6.7	12.94/24.47	9.5/11.6	136.67/210.19
1981	51.34/108.8	40.8/51.8	53.99/61.76	43.0/29.5	7.76/14.39	6.2/6.9	12.58/24.68	10.0/11.8	125.67/209.65

¹К этой группе относятся: колчеданные месторождения в докембрийских метаморфических толщах, колчеданно-полиметаллические месторождения в вулканогенно-осадочных породах, колчеданно-полиметаллические месторождения в терригенных породах.

¹This group include: massive sulphide deposits in Precambrian metamorphic strata, massive sulphide-polymetallic deposits in a volcano-sedimentary rocks, massive sulphide-polymetallic deposits in clastic rocks.

ниям в карбонатных толщах, испытавших дислокационный метаморфизм и скарнирование.

Свинцово-цинковый стратиформный в терригенных толщах (лайсвалльский) ГПТ представлен небольшим количеством объектов. Они известны в структурах Восточно-Европейской платформы и размещены на двух стратиграфических уровнях. Нижний уровень – это эокембрий (венд или венд-ранний кембрий) Балтийского щита (Швеция), где представлен тиллитовыми толщами, вмещающими согласные вкрапленные существенно свинцовые (с подчиненным количеством цинка) руды [24]. Они залегают, как правило, в чистых кварцевых песчаниках (месторождения Лайсвалль, Вассбо, Майва и др.) и выклиниваются в глинистых песчаниках и глинистых сланцах. Второй уровень – это средний-верхний триас, представленный пестрыми песчаниками, слагающими чехол Рейнского массива эпигерцинской консолидации [35], в котором расположены месторождения Мехерних, Маубах и др. в Германии [25].

Генетическая природа этих месторождений остается невыясненной. Допускается их определенная аналогия с медистыми песчаниками, хотя и без признаков существования геохимических барьеров [8]. Такие объекты иногда называют “свинцовистыми песчаниками”.

Условно к этому же типу отнесены запасы свинца и цинка, заключенные в месторождениях медистых песчаников, достоверно известные в Джезказгане (Центральный Казахстан) и в Предсудетско-Мансфельдском регионе (Польша, Германия).

Месторождения жильного (садонского) ГПТ формировались, как правило, на орогенных стадиях развития складчатых систем или в активизированных срединных массивах (массивах ранней консолидации). Если объекты всех охарактеризованных выше ГПТ являются согласными или, по крайней мере, субсогласными по отношению к вмеща-

ющим породам, то жильные месторождения являются резко секущими. Они образованы протяженными сложно устроенными жилами или жильными зонами и их системами.

Месторождения свинца и цинка всех ГПТ в структурах Земли и во времени распределены неравномерно, что отмечают, по существу, все исследователи.

Что же касается общих количественных оценок свинца и цинка различных ГПТ в геологической истории Земли, то вопрос этот далеко не однозначен. Эти оценки у разных авторов колеблются в весьма широких пределах. Д.И. Горжевский и П.Я. Шабаршов [7] следующим образом охарактеризовали динамику текущих запасов свинца и цинка на начало 1982 г. (табл. 2).

Н.А. Быховер [1] назвал следующие количества (млн т) свинца/цинка в капиталистических и развивающихся странах по времени образования, но без разделения по ГПТ: докембрий – 24.0/40.8, ранний палеозой – 5.4/3.6, средний-поздний палеозой – 49.1/60.2, мезозой – 6.7/13.5, кайнозой – 16.6/25.6, итого – 101.8/143.7.

Д.И. Горжевский и Е.И. Филатов [35] по той же категории стран на начало 1985 г. оценили запасы свинца в 180 млн т, цинка – в 300 млн т.

В.А. Перваго [29] на начало 1990 г. привел следующие количества общих мировых запасов (с учетом отработанных за все время освоения месторождений): свинец – 280 млн т, цинк – 495 млн т. Распределение месторождений по ГПТ и времени формирования показаны в табл. 3.

В работе [3] по состоянию на 1990 г. приведены следующие величины мировых запасов: свинца – 125.7 млн т, цинка – 898.2 млн т. В.В. Попов [30] оценил на 1997 г. общемировые запасы свинца в 137.5 млн т, цинка – 323.9 млн т. По данным Ежегодника Геологической службы США (Mineral Commodity Summaries – MCS) текущие мировые

Таблица 3. Распределение восстановленных запасов свинца/цинка по ГПТ и времени их формирования (в % от мировых запасов)**Table 3.** Distribution of recovered reserves of lead/zinc by GIT and the time of their formation (in % of world reserves)

ГПТ	AR	PR	PZ	MZ	KZ	Всего
Колчеданный	5.1/10.2	7.4/11.5	17.2/23.7	1.2/0.9	2.1/3.0	33.0/49.3
Осадочный		13.7/10.1	27.5/17.7	4.0/7.8	0.5/0.7	45.7/36.3
В том числе,						
эпиplatformенный			21.8/11.6	3.6/6.9	0.5/0.7	25.9/19.2
перикратонный		–/1.4	0.6/2.6		–/–	0.6/4.0
субгеосинклинальный		13.7/8.7	5.1/4.1	0.4/0.9	–/–	19.2/13.7
Трещинно-метасоматический					5.7/3.9	5.7/3.9
Трещинно-жильный			3.5/2.4		8.5/4.4	12.0/6.8
Скарновый			1.6/1.0	1.8/1.6	0.2/0.5	3.6/3.1
Всего	5.1/10.2	21.1/21.6	49.8/45.4	7.0/10.3	17.0/12.5	100.0/100.0

Примечание. К эпиplatformенным и перикратонным В.А. Перваго [28] отнесены объекты, которые в других классификациях рассматриваются в качестве стратиформных. Субгеосинклинальные месторождения – это частично стратиформные, а частично колчеданные флизчайского типа.

Note. To epiplatformal and pericratonal V.A. Pervago [28] assigned objects that other classifications are considered as stratiform. Subgeosynclinal deposits – are in part stratiform and in part massive sulphide filizchayskii type.

запасы свинца в 1994–2009 г.г. колебались в пределах 120–170 млн т, цинка – 330–480 млн т.

При этом соотношение запасов этих металлов по ГПТ месторождений и времени их формирования, нигде, кроме, как у В.А. Перваго [28, 29], не рассматривались и не анализировались. В определенной мере эта задача решалась автором [17] применительно к объектам колчеданного семейства, а также А.Л. Дергачевым с соавторами [10] применительно ко всем типам месторождений свинца и цинка. Эти исследования с применением вероятностного математического анализа показали, что наиболее важными металлогеническими эпохами формирования свинцово-цинкового оруденения являются неоархейская, палео-мезопротерозойская, неопротерозойско-палеозойская и мезозойско-кайнозойская, в течение которых образовано 486.9 млн т свинца и 1131.8 млн т цинка в объектах всех типов. Таким образом, из приведенных данных можно видеть весьма существенные различия в оценках общих мировых количеств свинца и цинка. Это позволило еще раз обсудить данную проблему как в плане оценки запасов этих металлов в объектах всех ГПТ, так и в плане распределения их во времени, причем не по крупным металлогеническим эпохам, а по конкретным геологическим возрастам. Для решения этой задачи автором собрана и обобщена информация, опубликованная в отечественных и зарубежных источниках по 489 объектам. При этом были использованы данные по количеству запасов (включая отработанные) руды и металлов на оцениваемых объектах. Под оцениваемым объектом понимается рудный район, рудное поле, группа месторождений или отдельное месторождение, по которым собрана эта информация. Так, в качестве одного оцениваемого объекта учтен Силезско-Краковский рудный район (иногда называемый бас-

сейном) с 6 месторождениями, район Верхнемиссисипской долины – с не менее чем 25 месторождениями, Ледвиллская группа месторождений – не менее 10 единичных объектов, Нерчинская группа месторождений – 16 единичных объектов и т.д. О множественности оцениваемых объектов колчеданного семейства речь шла ранее [17, 20].

Результаты выполненного обобщения приведены на рис. 2 и в табл. 4. Размещение запасов руды, свинца и цинка в объектах различных ГПТ в стратиграфической последовательности Земли показано на рис. 3 и в табл. 5.

Согласно выполненным автором оценкам в структурах Земли, по крайней мере со второй половины архея и по четвертичное время включительно, накоплено не менее 17.3 млрд т руды, содержащей более 317 млн т свинца и 600.8 млн т цинка в объектах всех ГПТ (см. табл. 4).

ДОПАЛЕОЗОЙ

Свинцово-цинковая рудоносность раннего докембрия (поздний архей, ранний протерозой) связана исключительно с объектами колчеданного семейства. Они были сформированы в зеленокаменных поясах Канадского, Балтийского и Индостанского щитов [31].

К позднему архею относятся колчеданные месторождения зеленокаменных поясов Канадского и Индостанского щитов, большинство из которых принадлежит уральскому типу (рудные поля Тимминс, Кидд-Крик, Норанда, Матагами, Норметал, Пурье в Канаде, Мадхан-Кудхан, Колихан, Радха и др. в Индии). Эти преимущественно крупные месторождения, имеющие медно-цинковый состав руд со значительным преобладанием цинка, обеспечили накопление почти 80% запасов “архейского”

Таблица 4. Распределение месторождений свинца и цинка по геолого-промышленным типам и времени их образования (n – количество объектов, руда – запасы руды, млн т, Pb, Zn – запасы свинца и цинка, тыс. т, % – их средние содержания)

Table 4. Distribution of lead and zinc deposits of geological-industrial types find the time of their formation (n – number of objects, ore – ore reserves, mln. t, Pb, Zn – lead and zinc reserves, t, % – their average content)

Возраст	Колчеданный кипрский				Колчеданный уральский				Колчеданный куроко				Колчеданный филизчайский				Стратиформный в карбонатных породах			
	n	Руда	Pb %	Zn %	n	Руда	Pb %	Zn %	n	Руда	Pb %	Zn %	n	Руда	Pb %	Zn %	n	Руда	Pb %	Zn %
Q	2	36.9	3.4 0.01	1455.0 3.94	2	102.0	110.0 0.11	4550.0 4.46	8	117.2	3051.5 2.60	7602.0 6.49	1	3.8	3.8 0.1	2062.0 55.0				
N																				
Р	4	64.2		13.5 0.02	4	64.2		13.5 0.02												
Итого KZ	2	36.9	3.4 0.01	1455.0 3.94	6	166.2	110.0 0.07	4563.5 2.74	8	117.2	3051.5 2.60	7602.0 6.49	1	3.8	3.8 0.1	2062.0 55.0				
K	11	50.7	4.7 0.01	512.0 1.01					4	136.9	648.6 0.47	3364.3 2.46	2	14.0	520.0 3.71	610.0 4.36	4	71.9	1454.0 2.02	7182.0 10.0
J	1	2.9		12.5 0.43	3	75.5		550.0 0.73	5	16.8	404.3 2.41	857.9 5.11	5	159.4	2107.0 1.32	6098.8 3.83	9	182.9	4197.1 2.29	7578.9 4.14
T					7	198.0			1	0.1	2.2 2.2	16.5 16.5	1	2.0	60.0 3.0	140.0 7	11	423.3	7522.2 1.78	28137.1 6.65
Итого MZ	12	53.6	4.7 0.008	524.5 1.00	10	273.5		550.0 0.20	8	175.4	1055.1 0.69	4238.7 2.76	8	175.4	2687.0 1.53	6848.8 3.90	24	678.1	13173.3 1.94	42898.0 6.33
P	5	31.4	0.6 0.002	157.0 0.5					1	10.8	15.1 0.14	543.2 5.03	1	3.0	210.0 7.0	780.0 26.0				
C					22	1861.0	16635.0 0.89	43587.0 2.34	4	161.0	6926.0 4.3	21744.0 13.51					12	649.5	9333.8 1.44	26514.7 4.08
D					42	1762.0	1365.7 0.08	26385.6 1.5	29	717.9	7280.8 1.02	21853.0 3.04	6	177.7	5615.0 3.16	14969.0 8.42	16	1340.3	26709.3 1.92	43815.5 3.19
S-O	11	40.0	1.1 0.003	139.0 0.35	29	505.0	285.5 0.06	7621.7 1.51	20	547.8	8310.2 1.52	22009.0 4.0	7	186.7	4971.0 2.67	10601.0 5.68	7	265.4	8091.6 3.05	18192.0 6.85
€					12	342.0	4676.5 1.37	17125.0 5.0	4	26.0	1002.0 3.85	4160.0 16.0	4	1517.4	51126.9 3.37	17883.0 1.18	4	1517.4	51126.9 3.37	17883.0 1.18
Итого PZ	16	71.4	1.7 0.002	296.0 0.41	71	2267.0	1651.2 0.07	34007.3 1.5	84	3479.5	36917.6 1.06	105117.2 3.02	22	554.4	18724.0 3.37	52254.0 9.43	39	3772.6	95261.6 2.45	106405.2 2.82
PR ₃ (RF ₃ +V)	5	61.1		285.0 0.47	2	40.0		935.0 2.34	3	18.5	138.0 0.75	902.0 4.88	7	809.2	17049.0 2.11	32957.0 4.07	6	96.1	2386.3 2.79	7197.6 7.49
PR ₂ (RF ₁₊₂)	1	0.3		0.3 0.1	2	10.0			6	865.3	48705.0 5.63	63209.0 7.30					7	97.6	2661.5 2.73	12107.3 12.41
PR ₁	2	28.8	1.4 0.005	300.0 1.04	4	142.0	268.1 0.19	3890.9 2.74	13	385.5	10439.0 2.71	8555.9 2.2	4	182.0	2492.0 1.37	12703.0 6.98				
Итого PR	8	90.2	1.4 0.002	585.3 0.65	8	192.0	268.1 0.14	4825.9 2.51	16	404.0	10577.9 2.62	9457.9 2.34	17	1856.5	68246.0 3.67	108869.0 5.86	13	193.7	5047.8 2.61	19304.9 9.97
AR					10	712.0	324.7 0.05	15178.0 2.13	1	18.0	135.0 0.75	1440.0 8.0	3	66.8	270.5 0.40	2756.0 4.13				
ВСЕГО	38	252.1	11.2 0.004	2860.8 1.13	105	3610.7	2354.0 0.07	59124.7 1.64	51	4172.5	51736.2 1.24	127855.8 3.06	51	2656.9	89931.3 3.38	172789.8 6.50	76	4644.4	113482.7 2.44	168608.1 3.63
% к обще- му кол-ву	7.8	1.5	<0.1	0.5	21.5	20.9	0.7	9.8	24.3	24.2	16.3	21.3	10.4	15.4	28.4	28.7	15.5	26.9	35.8	28.1

Таблица 4. Окончание
Table 4.

Возраст	Скарновый				Стратиформный в терригенных по- родах				Жильный				Итого				% к общему кол-ву			
	n	Руда	Pb %	Zn %	n	Руда	Pb %	Zn %	n	Руда	Pb %	Zn %	n	Руда	Pb %	Zn %	n	Руда	Pb	Zn
Q													5	142.7	117.2 0.08	8067.0 5.65	1.0	0.8	<0.1	1.3
N					6	42.1	2320.4 5.51	2727.6 6.48	14	159.3	5371.9 3.37	10329.6 6.48	14	159.3	5371.9 3.37	10329.6 6.48	2.9	0.9	1.7	1.7
P					8	121.1	5536.9 4.57	6281.7 5.19	12	185.3	5536.9 3.00	6295.2 3.40	12	185.3	5536.9 3.00	6295.2 3.40	2.4	1.1	1.7	1.1
Итого KZ					14	163.2	7857.3 4.81	9009.3 5.52	31	487.3	11026.0 2.26	24691.8 5.07	31	487.3	11026.0 2.26	24691.8 5.07	6.3	2.8	3.5	4.1
K	30	157.5	7917.9 5.03	13605.5 8.64	2	114.1	8401.9 7.36	3918.5 3.43	53	545.1	18947.1 3.48	29192.3 5.36	53	545.1	18947.1 3.48	29192.3 5.36	10.8	3.2	6.0	4.9
J					8	28.1	520.6 1.85	758.5 2.7	31	465.6	7229.0 1.55	15856.6 3.41	31	465.6	7229.0 1.55	15856.6 3.41	6.4	2.7	2.3	2.6
T	3	83.4	5054.5 6.06	3240.2 3.88	3	370.0	2904.0 0.78	4798.0 1.30	1	0.8	170.0 20.53	90.0 10.87	27	1077.6	15712.9 1.29	36421.8 3.34	5.5	6.2	4.9	6.1
Итого MZ	33	240.9	12972.4 5.38	16845.7 6.84	3	370.0	2904.0 0.78	4798.0 1.30	111	2088.3	41889.0 2.00	81470.7 3.90	111	2088.3	41889.0 2.00	81470.7 3.90	22.7	12.1	13.2	13.6
P	2	2.9	287.2 9.90	382.6 13.20	1	6.8	251.0 3.69	376.0 5.47	10	54.9	763.9 1.39	2238.8 4.08	10	54.9	763.9 1.39	2238.8 4.08	2.0	0.3	0.2	0.4
C	2	83.9	4097.4 4.88	1885.5 2.25	1	98.4	1427.9 1.45	503.6 0.51	42	2864.1	38796.8 1.35	94897.7 3.31	42	2864.1	38796.8 1.35	94897.7 3.31	8.6	16.6	12.2	15.8
D	4	161.2	3660.1 2.27	4052.4 2.51					97	4159.1	44630.9 1.07	111075.5 2.67	97	4159.1	44630.9 1.07	111075.5 2.67	19.8	24.1	14.1	18.5
S-O	3	6.4	340.0 5.31	420.0 6.56					77	1551.3	21999.4 1.42	58982.7 3.80	77	1551.3	21999.4 1.42	58982.7 3.80	15.8	9.0	6.9	9.8
€	8	107.6	4776.4 4.44	6543.9 6.08					28	1993.0	61581.8 3.09	45711.9 2.29	28	1993.0	61581.8 3.09	45711.9 2.29	5.7	11.6	19.5	7.6
Итого PZ	19	362.0	13161.1 3.64	13284.4 3.67	2	105.2	1678.9 1.60	879.6 0.84	254	10622.4	167772.8 1.58	312906.6 2.95	254	10622.4	167772.8 1.58	312906.6 2.95	51.9	61.6	52.9	52.1
PR ₃ (RF ₃ +V)	5	404.0	6959.0 1.72	17883.0 4.43	5	95.0	3862.0 4.06	351.0 0.37	33	1523.9	30394.3 2.00	60510.6 3.97	33	1523.9	30394.3 2.00	60510.6 3.97	6.8	8.8	9.6	10.1
PR ₂ (RF ₁₊₂)	7	29.8	657.7 2.21	1117.1 3.75					23	1003.0	52024.2 5.19	76433.7 7.62	23	1003.0	52024.2 5.19	76433.7 7.62	4.7	5.8	16.4	12.7
PR ₁									23	738.3	13200.5 1.79	25449.8 3.44	23	738.3	13200.5 1.79	25449.8 3.44	4.7	4.3	4.2	4.2
Итого PR	12	433.8	7616.7 1.76	19000.1 4.38	5	95.0	3862.0 4.06	351.0 0.37	79	3265.2	95619.0 2.93	162394.1 4.97	79	3265.2	95619.0 2.93	162394.1 4.97	16.2	18.9	30.2	27.0
AR									14	796.8	730.2 0.09	19374.0 2.43	14	796.8	730.2 0.09	19374.0 2.43	2.9	4.6	0.2	3.2
ВСЕГО	64	1036.7	33750.2 3.24	49130.2 4.74	10	570.2	8444.9 1.48	6028.6 1.06	489	17260.0	317037.0 1.84	600837.2 3.48	489	17260.0	317037.0 1.84	600837.2 3.48	100.0	100.0	100.0	100.0
% к обще- му кол-ву	13.1	6.0	10.6	8.2	2.0	3.3	2.6	1.0	5.4	1.8	5.5	2.4	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0			

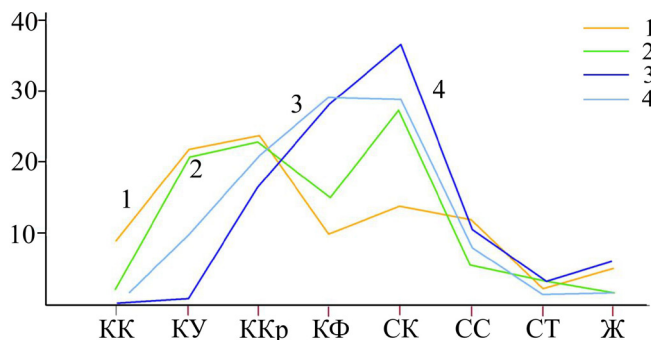


Рис. 2. Распределение месторождений свинца и цинка по геолого-промышленным типам.

1 – количество объектов, 2 – запасы руды, 3 – запасы свинца, 4 – запасы цинка.

Здесь и на рис. 3: геолого-промышленные типы: КК – колчеданный кипрский, КУ – колчеданный уральский, ККр – колчеданный куроко, КФ – колчеданный филизчайский, СК – стратиформный свинцово-цинковый в карбонатных породах, СС – свинцово-цинковый скарновый (стратиформный свинцово-цинковый в карбонатных породах, скарнированный), СТ – стратиформный свинцово-цинковый в терригенных породах, Ж – свинцово-цинковый жильный.

Fig. 2. Distribution of lead and zinc deposits of geological-industrial types.

1 – the number of objects, 2 – ore reserves, 3 – reserves of lead, 4 – reserves of zinc.

Here and on Fig. 3: geological-industrial types: КК – massive sulphide Cyprus, КУ – massive sulphide Urals, ККр – massive sulphide Kuroko, КФ – massive sulphide Filizchay, СК – stratiform lead-zinc carbonate-hosted, СС – skarn lead-zinc (stratiform, converted to skarns), СТ – stratiform lead-zinc elastic-hosted, Ж – lead-zinc vein.

цинка. Количество объектов других типов ограничено – это Амбажди-Дери в Индии, Манитоуэдж, Чайсл-Лейк в Канаде (филизчайский тип) и рудный район Стерджен-Лейк (Онтарио, Канада), относящийся к типу куроко. Эти объекты содержат свыше 55% запасов “архейского” свинца и только около 22% – цинка.

Колчеданность раннего протерозоя как бы наследует архейскую, она реализована по существу в тех же структурах и характеризуется существенным преобладанием колчеданно-полиметаллических объектов типа куроко и филизчайского. Они сложены свинцово-цинковыми рудами с невысокими содержаниями меди. Объекты типа куроко распространены на Канадском (месторождения Вермилльон-Лейк, Эрингтон), Балтийском (рудные районы Фалун, Шелефтео, Виханти-Ориярви) и Африканском (месторождения Эггенис, Блэк-Маунтин, Брокен-Хилл, Соньяти) щитах, а филизчайского типа, помимо этих структур (месторождение Сноу-Лейк, Канада; Гамсберг, ЮАР), известны также на Индостанском щите (Дараба-Раджура). В колчеданно-полиметаллических объектах заключено почти 80% запасов руды, содержащей почти

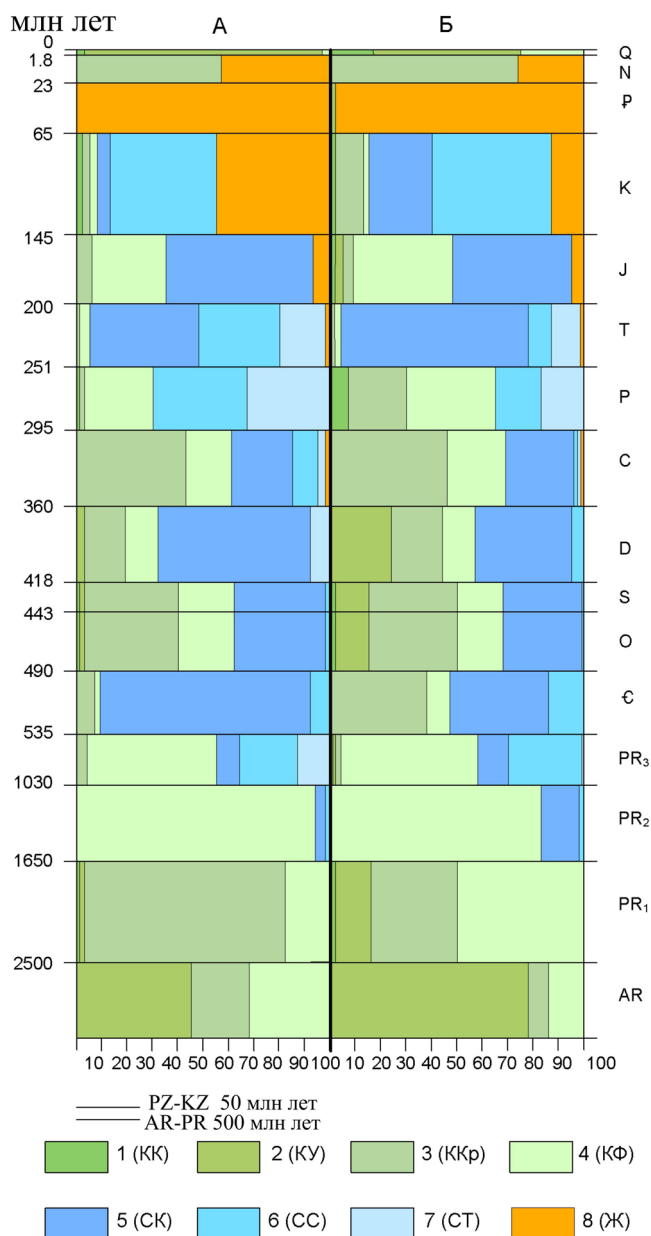


Рис. 3. Геохронологическое размещение геолого-промышленных типов месторождений свинца (А) и цинка (Б).

Fig. 3. Geochronologic location industrial types of geological – of lead (A) and zinc (B) deposits.

весь свинец и свыше 80% цинка данного возрастного уровня. Небольшое количество объектов уральского типа с медно-цинковыми рудами представлено в зеленокаменных поясах Канадского щита (рудные районы Флин-Флон, Шеридон, Раттен, Джером), а также, вероятно, на Южно-Китайской платформе (месторождение Лаохань, провинция Сычуань). К этому же времени относится образование первых существенно медных месторождений кипрского типа на Балтийском щите (Оутокумпу,

Таблица 5. Рудоносность (%) стратиграфических уровней

Table 5. Ore (%) of stratigraphic levels

Возраст	Запасы данного возрастного уровня: руда, млн.т Pb, тыс.т Zn, тыс.т	Колчеданный кипрский	Колчеданный уральский	Колчеданный куроко	Колчеданный филизчайский	Стратиформный в карбонатных толщах	Стратиформный в скарнированных	Стратиформный в терригенных толщах	Жильный	Итого
Q	<u>142.7</u> <u>117.2</u> 8 067.0	<u>25.9</u> <u>2.9</u> 18.0	<u>71.4</u> <u>93.9</u> 56.4		<u>2.7</u> <u>3.2</u> 25.6					<u>100</u> <u>100</u> 100
N	<u>159.3</u> <u>5 371.9</u> 10 329.6			<u>73.6</u> <u>56.8</u> 73.6					<u>26.4</u> <u>43.2</u> 26.4	<u>100</u> <u>100</u> 100
P	<u>185.3</u> <u>5 536.9</u> 6 295.2		<u>34.6</u> <u>0.0</u> 0.2						<u>65.4</u> <u>100.0</u> 99.8	<u>100</u> <u>100</u> 100
K	<u>545.1</u> <u>18 947.1</u> 29 192.3	<u>9.3</u> <u><0.1</u> 1.8		<u>25.1</u> <u>3.4</u> 11.5	<u>2.6</u> <u>2.7</u> 2.1	<u>13.2</u> <u>7.7</u> 24.6	<u>28.9</u> <u>41.8</u> 46.6		<u>20.9</u> <u>44.3</u> 13.4	<u>100</u> <u>100</u> 100
J	<u>465.6</u> <u>7 229.0</u> 15 856.6	<u>0.6</u> <u>0.0</u> <0.1	<u>16.2</u> <u>0.0</u> 3.5	<u>3.6</u> <u>5.6</u> 5.4	<u>34.2</u> <u>29.1</u> 38.5	<u>39.4</u> <u>58.1</u> 47.7			<u>6.0</u> <u>7.2</u> 4.8	<u>100</u> <u>100</u> 100
T	<u>1 077.6</u> <u>15 712.9</u> 36 421.8		<u>18.4</u> <u>0.0</u> 0.0	<u><0.1</u> <u><0.1</u> <0.1	<u>0.2</u> <u>0.4</u> 0.4	<u>39.2</u> <u>47.8</u> 77.2	<u>7.7</u> <u>32.1</u> 8.9	<u>34.3</u> <u>18.5</u> 13.2	<u><0.1</u> <u>1.1</u> 0.2	<u>100</u> <u>100</u> 100
P	<u>54.9</u> <u>763.9</u> 2 238.8	<u>57.1</u> <u><0.1</u> 7.0		<u>19.7</u> <u>2.0</u> 24.3	<u>5.5</u> <u>27.5</u> 34.8		<u>5.3</u> <u>37.5</u> 17.1	<u>12.4</u> ¹ <u>32.9</u> ¹ 16.8 ¹		<u>100</u> <u>100</u> 100
C	<u>2 864.1</u> <u>38 796.8</u> 94 897.7			<u>65.0</u> <u>42.9</u> 45.9	<u>5.6</u> <u>17.8</u> 23.0	<u>22.7</u> <u>24.0</u> 27.9	<u>2.9</u> <u>10.6</u> 2.0	<u>3.4</u> ² <u>3.7</u> ² 0.5 ²	<u>0.4</u> <u>1.0</u> 0.7	<u>100</u> <u>100</u> 100
D	<u>4 159.1</u> <u>44 630.9</u> 111 075.5		<u>42.3</u> <u>3.1</u> 23.8	<u>17.3</u> <u>16.3</u> 19.7	<u>4.3</u> <u>12.6</u> 13.5	<u>32.2</u> <u>59.8</u> 39.4	<u>3.9</u> <u>8.2</u> 3.6			<u>100</u> <u>100</u> 100
S	<u>1 551.3</u> <u>21 999.4</u> 58 982.7	<u>2.6</u> <u><0.1</u> 0.2	<u>32.6</u> <u>1.3</u> 13.0	<u>35.3</u> <u>37.7</u> 37.3	<u>12.0</u> <u>22.6</u> 18.0	<u>17.1</u> <u>36.8</u> 30.8	<u>0.4</u> <u>1.5</u> 0.7			<u>100</u> <u>100</u> 100
Є	<u>1 993.0</u> <u>61 581.8</u> 45 711.9			<u>17.2</u> <u>7.6</u> 37.6	<u>1.3</u> <u>1.6</u> 9.1	<u>76.1</u> <u>83.0</u> 39.1	<u>5.4</u> <u>7.8</u> 14.3			<u>100</u> <u>100</u> 100
PR ₃ (RF ₃ +V)	<u>1 523.9</u> <u>30 394.3</u> 60 510.6	<u>4.0</u> <u>0.0</u> 0.5	<u>2.6</u> <u>0.0</u> 1.5	<u>1.2</u> <u>0.4</u> 1.5	<u>53.1</u> <u>56.1</u> 54.4	<u>6.3</u> <u>7.9</u> 11.9	<u>26.6</u> <u>22.9</u> 29.6	<u>6.2</u> <u>12.7</u> 0.6		<u>100</u> <u>100</u> 100
PR ₂ (RF ₁₊₂)	<u>1 003.0</u> <u>52 024.2</u> 76 433.7	<u><0.1</u> <u>0.0</u> <0.1	<u>0.9</u> <u>0.0</u> 0.0		<u>86.3</u> <u>93.6</u> 82.7	<u>9.7</u> <u>5.1</u> 15.8	<u>3.0</u> <u>1.3</u> 1.4			<u>100</u> <u>100</u> 100
PR ₁	<u>738.3</u> <u>13 200.5</u> 25 449.8	<u>3.9</u> <u><0.1</u> 1.2	<u>19.2</u> <u>2.0</u> 15.3	<u>52.2</u> <u>79.0</u> 33.6	<u>24.7</u> <u>18.9</u> 49.9					<u>100</u> <u>100</u> 100
AR	<u>796.8</u> <u>730.2</u> 19 374.0		<u>89.3</u> <u>44.5</u> 78.4	<u>2.3</u> <u>18.5</u> 7.4	<u>8.4</u> <u>37.0</u> 14.2					<u>100</u> <u>100</u> 100

¹Относительные количества запасов руды, свинца и цинка в месторождениях медистых песчаников Мансфельда. ²Относительные количества запасов руды, свинца и цинка в месторождениях медистых песчаников Дзезгазгана.

¹The relative amounts of reserves of ore, lead and zinc in Mansfeld copper sandstone deposits. ²The relative amounts of reserves of ore, lead and zinc in Dzhezgazgan copper sandstone deposits.

Вуонас), что отражает, как это полагает В.Е. Хаин [36], наиболее ранние проявления офиолитов в истории Земли.

Средний и поздний протерозой являются одними из наиболее продуктивных в истории Земли эпох накопления свинца и цинка (почти 15.5%

мировых запасов руды, содержащей 26% запасов свинца и почти 23% цинка). Решающее значение при этом имеют крупные и богатые колчеданные месторождения филайского типа, развитые в подвижных байкалидах на обрамлениях древних платформ либо в троговидных структурах внутри платформ (эпикратонные геосинклинали, по Г.В. Ручкину). К числу этих месторождений относятся: в среднем протерозое – Брокен-Хилл, Маунт-Айза, Леди Лоретта, Хилтон (Австралия), Салливан, Кутеней-Кинг (Канадские Кордильеры), в позднем протерозое – рудное поле Энвил (Канадские Кордильеры), Холоднинское (Северное Забайкалье), Горевское, Линейное (Енисейский край), Текели, Коксуй (Джунгария, Восточный Казахстан), Приска (Южная Африка).

Важным металлогеническим событием, произошедшим в среднем и позднем протерозое, является образование первых стратиформных свинцово-цинковых месторождений в карбонатных толщах. Они располагаются как в чехлах древних платформ, так и в массивах ранней стабилизации (срединных массивах) в более молодых складчатых областях. В карбонатных чехлах древних платформ размещены месторождения: на Северо-Американской платформе – Балмат-Эдуардс (США), Нэнисивик (Канада), Блэк-Энджел (Гренландия), на Восточно-Европейской платформе – Кужинское, Верхне-Аршинское, Медведовское и др., на Сибирской платформе – Сардана, Уруй, Перевальное, на Китайской платформе – Тэн-Бао-Шань, Ситешань, на Африканской платформе – Комбат, Цумб и др. (Намбия), а также на Южно-Американской платформе – Византии, Морру-Агуду (Бразилия). Наряду с месторождениями в карбонатных толщах, на некоторых из названных структур известны регенерированные объекты, такие, как месторождения Центральной Намибии (Стар-Цинк, Эксельсиор-Цинк, Карманор и др.), Таолинь (Китай), а также Шехкух, Таджух, Мехдибад и др. (Иран). Последние расположены в карбонатном чехле Центрально-Иранского срединного массива, обрамленного и деформированного мезозойско-кайнозойскими вулканогенно-интрузивными образованиями. Для эокембрия (венда) Балтийского щита характерными являются стратиформные месторождения в терригенных толщах – Лайсвалль, Вассбо и др., приуроченные к тиллитам и представляющие собой залежи существенно свинцовых руд в чистых кварцевых песчаниках.

ФАНЕРОЗОЙ

Рудоносность фанерозоя значительно превышает допалеозойскую как по общему количеству объектов (в 4.2 раза), так и общему количеству руды (более 3 раз) и запасам свинца и цинка (в 2.3 раза). При этом наибольшая продуктивность приходится на палеозой, а в нем – на девонский период.

Рудоносность кембрийского периода не отличается многообразием. Особенностью этого времени является существование геократического режима и обширных областей с континентальной корой. Это предопределило преимущественное образование стратиформных свинцово-цинковых месторождений в карбонатных породах, а в колчеданном семействе – объектов типа куроко. Наиболее значительным ареалом стратиформных свинцово-цинковых объектов в карбонатных породах является Северо-Американская платформа с крупными и богатыми (с преобладанием свинца) месторождениями районов Нью-Миссури (Вибурнум), Остинвилл-Айванхо, Юрика, ЮВ Миссури. В западных районах платформы под воздействием кайнозойских вулканогенно-интрузивных поясов Кордильер проявлены регенерированные (скарнированные) месторождения районов Центрального и Восточного Тинтика, Пиоч (США), а также Блуделл (Канада). За пределами Северо-Американской платформы скарновые (скарнированные) свинцово-цинковые месторождения известны в Сардинии (Монтепиони и др.), в пределах южного складчатого обрамления Сибирской платформы (Нерчинская группа), а также на Китайско-Корейской платформе (Йонхва I, II). Кембрийские колчеданно-полиметаллические месторождения типа куроко широко распространены – это Салаирское рудное поле в Западной Сибири, Кызыл-Таш, Кызыл-Таштыг в Восточной Сибири, Лешул-Урсул, Бэлан в Карпатах Румынии, Маунт-Ляйель, Ред-Розбери, Хеллиер в Тасмании.

Ордовик и силур ознаменовались преимущественным развитием колчеданного оруденения, на долю которого приходится около 90% объектов, содержащих до 80% запасов руды и 65–70% запасов свинца и цинка. Наиболее значимой колчеданоносной структурой этого времени является каледонский Уральско-Скандинавско-Аппалачский глобальный металлогенический пояс, сформировавшийся на обрамлениях Восточно-Европейской и Северо-Американской платформ. Уральские каледониды состоят из трех сегментов – Тагильского, Сакмарского и западных зон Западно-Магнитогорского. Объекты Тагильского (Тарньерско-Шемурский, Тагило-Красноуральский, Левихинский рудные районы) и Сакмарского (Медногорский рудный район) сегментов имеют позднеордовикско-раннесилурийский возраст, они обладают медно-цинковыми рудами и относятся к уральскому типу. В раннепалеозойских офиолитах Западно-Магнитогорского пояса залегают мелкие месторождения кипрского типа (Ишкининское, Ивановское, Дергамышское, Маукское и др.), а в разрезах бимодальных формаций – месторождения уральского (Бурибай, Юбилейное) и куроко (Баймакский рудный район) типов. В Скандинавско-Британских каледонидах соотношение объектов уральского (месторождения Леккен, Сулихельма, Тверрфьел-

лет, Йома, Скурувас в Норвегии) и куроко (Стеккенбок, Рикарбеккен, Анкарватнет в Швеции, Авока в Ирландии, Парис-Маунтин в Англии) типов примерно одинаково. Филизчайский тип в этом регионе представлен месторождениями Муфель, Блейк-васли (Норвегия), а также Ситронен-Фиорд (Северная Гренландия). В каледонидах Аппалачей преобладают месторождения типов куроко (рудные районы Баченс, Батерс-Ньюкасл) и кипрского (Литл-Бей, Титл-Ков, Бетс-Ков и другие). Резко подчиненное значение имеют мелкие месторождения уральского типа, такие как Галбридж, Пиллиз-Айланд.

Размещение в Уральско-Скандинавско-Аппалачском каледонском металлогеническом поясе колчеданных месторождений различных геолого-промышленных (рудноформационных) типов отражает неравномерность его раскрытия по простиранию. В одних частях этой структуры происходила полная деструкция докаледонской континентальной коры с образованием офиолитов и дифференцированных вулканогенных формаций с месторождениями кипрского и уральского типов, тогда как в других частях пояса были сохранены и вовлечены в переработку блоки этой континентальной коры, что способствовало образованию месторождений типов куроко и филизчайского.

За пределами Уральско-Скандинавско-Аппалачского пояса ордовик-силурийские колчеданные месторождения известны в Акбастау-Кушмурунском и Майкаинском рудных районах в Центральном Казахстане, Восточной Австралии (Кэптейнс-Флэт, Вудлон), где они принадлежат типу куроко. К филизчайскому типу относятся такие месторождения этого возраста, как Боудвин (Бирма), Говард-Пасс (территория Юкон, Канада), Элур (Восточная Австралия).

Стратиформные свинцово-цинковые месторождения в карбонатных породах располагаются в двух удаленных друг от друга регионах. Более значительным из них является Северо-Американская платформа, в ордовикском карбонатном чехле которой залегают месторождения Верхнемиссисипской долины, Маскот-Джефферсон-Сити (США), группы Корнуолес, Поларис (Канада). Другим ареалом объектов этого типа является северо-восточная окраина Восточно-Европейской платформы, в ордовикско-силурийском карбонатном чехле которой расположены месторождения Саурейское, Илычской группы, Раздельное (о-в Вайгач).

Интенсивность как палеозойского, так и в целом фанерозойского, свинцово-цинкового рудообразования достигла своего максимума в девоне. Рудоносность этого времени связана с колчеданными и стратиформными месторождениями различных ГПТ. Девонское, преимущественно среднедевонское, колчеданообразование охватило обширные пространства Евразии – от побережья Атлантического океана до Рудного Алтая. Оно проявилось

также в Кордильерах и в Австралии. Однако основными колчеданосными провинциями мира этого времени являются Урал и Рудный Алтай. Именно среднедевонские месторождения Урала явились генотипом для выделения соответствующего геолого-промышленного (рудноформационного) типа колчеданных объектов. В этом регионе преимущественное большинство колчеданных месторождений относится к уральскому типу. Они расположены в восточных зонах Западно-Магнитогорского палеовулканического пояса (месторождения Гайское, Подольское, Сибайское, Учалинское, Дегтярское, Карабашской и Верхнеуральской групп, Лиманное и др.), в южной части Восточно-Магнитогорского пояса (Весенне-Аралчинское, Летнее, Осеннее, Зимнее, Приорское и др.), в Каменском поясе (Сафьяновское, Касаргинское, Султановское). Помимо Урала, месторождения этого типа и возраста распространены на Северном Кавказе (Уруп, Худес и др.), в Кордильерах (район Вест-Шасты) и в Австралии (Маунт-Морган).

Колчеданные месторождения Рудного Алтая относятся к типу куроко (рядом исследователей выделяется рудноалтайский формационный тип месторождений, в который включены объекты области Куроко). В других регионах к этому типу принадлежат месторождения Центральной и Западной Европы – Боденнек, Порт-о-Муан во Франции, рудный район Есеник в Богемском массиве (Чехия), а также небольшие объекты северной части Восточно-Магнитогорского палеовулканического пояса на Южном Урале (Александринское, Джусинское, Барсучий лог и др.).

Среднедевонские объекты филизчайского типа представлены месторождениями Мегген и Раммельсберг (ФРГ), Амурским (Южный Урал), Том и Джасон (территория Юкон, Канада).

Стратиформные свинцово-цинковые месторождения в карбонатных толщах девона также известны в широком пространственном диапазоне. В раннедевонских отложениях Южного острова архипелага Новая Земля расположено месторождение Павловское. В среднедевонском карбонатном чехле Северо-Американской платформы локализованы такие месторождения, как Пайн-Пойнт, Прери-Крик, Гайс-Ривер (Канада). К фаменскому кремнисто-карбонатному чехлу северной части Казахстанско-Северо-Тяньшаньского срединного массива приурочен Атасуйский рудный район (месторождения Жайремской группы, Бестюбе, Ушкатын I, III) с железо-марганец-барит-свинцово-цинковыми рудами. На юго-западной окраине этого же срединного массива, в его известняково-доломитовом чехле, также имеющем фаменский возраст, расположен Каратауский район (месторождения Миргалымсай, Шалкия, Ачисай и др.), а в живетско-франских отложениях чехла этого массива – месторождения Уч-Кулач (Узбекистан), Сумсарское

(Киргизия). Позднедевонские (позднедевонско-раннекаменноугольные) толщи карбонатного чехла Кураминско-Ферганского срединного массива, подверженные воздействию позднепалеозойского Кураминского вулканогенно-интрузивного пояса, являются вмещающими скарновых (скарнированных) месторождений Карамазара (Алтын-Топканская, Кургушинканская, Кансайская группы). В разновозрастном чехле южной части Китайской платформы располагаются стратиформные месторождения Фанькоу, Фандун и др.

Каменноугольный период является последней значительной эпохой свинцово-цинкового рудообразования всех его ГПТ. Наиболее значимыми из них являются колчеданные объекты типа куроко, на долю которых приходится 65% запасов руды этого времени, содержащей до 46% запасов свинца и цинка. Они формировались, в основном, в области Палеотетиса (Средиземноморский пояс), где реализованы в Иберийском пиритном поясе (Испания, Португалия), Северной Африке (месторождение Хаджар, Марокко), Средней Азии (месторождение Хандиза). Представителями флишевого типа объектов этого возраста являются крупные месторождения Ред-Дог, Арктик, Гринс-Крик (Аляска, США) и Цирк (Британская Колумбия, Канада).

Стратиформные свинцово-цинковые объекты содержат около четверти запасов руды и металлов данного возраста. Они расположены преимущественно в двух достаточно удаленных ныне друг от друга ареалах. Один из них – это северо-западная окраина Восточно-Европейской платформы (Ирландия). Здесь в известняково-доломитовой толще раннего карбона залегают месторождения Сильвермайнс, Тайнаг, Наван, Кил и др. Другим ареалом является центральная и западная части Северо-Американской платформы с месторождениями районов Три-Стейтс, Иллинойс-Кентукки, Гилмен, рудовмещающими для которых являются карбонатные толщи того же возраста. Некоторые месторождения (Ледвиллская группа) подвержены метаморфизующему воздействию палеогеновых магматитов кордильерских вулканогенно-интрузивных поясов. О соотношении стратиформных свинцово-цинковых и медно-порфировых руд месторождения Бингем речь шла выше. С учетом вероятного существования в каменноугольное время Лавразии возможность более сближенного расположения этих двух ареалов с разновозрастными и однотипными объектами представляется вполне допустимой.

На этом же возрастном уровне расположены стратиформное свинцово-цинковое месторождение Шаймарден в Валерьяновской зоне на востоке Урала [12], а также запасы свинца и цинка, сосредоточенные в месторождениях медистых песчаников Джезказганской группы.

Пермский период характеризуется резко сократившейся интенсивностью свинцово-цинковой ру-

доносности всех типов, представленной, как правило, мелкими объектами. Среди колчеданных следует отметить объекты кипрского типа в палеозойской геосинклинали Японии (Бесси, Сиратаки, Садзаре и ряд др.) с существенно медными, низкоцинковистыми рудами. Запасы свинца и цинка известны в единичных объектах куроко (Н.В., Британская Колумбия, Канада) и флишевого (Байладорес, Венесуэла) типов. Мелкие скарнированные стратиформные свинцово-цинковые месторождения известны в чехле Китайско-Корейской платформы (Ульчин, Ю.Корея, Суикосан, Китай). Кроме того, некоторое количество запасов свинца и цинка присутствует в рудах месторождений медистых песчаников Мансфельда. Все эти особенности свинцово-цинковой металлогении перми отражают в целом геократические тенденции, существовавшие на Лавразийской суперплатформе.

Эти же тенденции, продолжавшиеся в триасе, предопределили решающую роль стратиформных свинцово-цинковых месторождений в карбонатных (миргалимсайский тип) и в терригенных (лайсвалльский тип) породах. Основным ареалом этих месторождений является Восточно-Европейская платформа, где в известняково-доломитовом чехле ее центральной части и альпийского складчатого обрамления расположено большое количество месторождений, таких как Силезско-Краковский район (Польша), Сан-Сельви, Ла-Малин, Ларжантьер (Франция), Вислох (ФРГ), Блайберг (Австрия), Салафосса, Райбл (Северная Италия), Межица (Словения). Представителем скарнированных объектов этого типа является район месторождения Седмочисленицы (Болгария). Наряду с объектами в карбонатных толщах, в центральной части Восточно-Европейской платформы локализованы месторождения в пестрых песчаниках – Мехерних, Маубах и др. (ФРГ), которые, как и их эокембрийские аналоги Скандинавии, могут интерпретироваться как “свинцовистые песчаники”.

Что касается триасовой колчеданности, то она представляется достаточно ограниченной. Она проявилась в Средиземноморском и Кордильерском геосинклинальных поясах. В Средиземноморском поясе колчеданные месторождения этого времени известны в Динаридах Боснии и Герцеговины и в Черногории. Это преимущественно мелкие объекты свинцово-цинковых руд флишевого типа (Вовача, Брсково, Шупля-Стиена). Колчеданообразование в Кордильерском поясе реализовано в объектах уральского и куроко типов. К первым из них относятся месторождения с крупными и средними запасами медных руд (Крейджмонт, Грандук, Уинди-Краги, Британская Колумбия, Канада; Сумдум, Тримен, Руа-Ков и др., Аляска, США); ко вторым – мелкие колчеданно-полиметаллические месторождения Тулсеква-Чиф, Биг-Булл (Британская Колумбия, Канада), Афтерсот (район Вест-Шасты, США).

Свинцово-цинковая рудоносность юрского периода определяется абсолютным доминированием объектов двух ГПТ – колчеданного флишчайского и стратиформного в карбонатных толщах (миргалимсайского). Основная колчеданосность связывается с Карибским и Средиземноморским геосинклинальными поясами. В Карибском поясе (преимущественно на Кубе) большинство месторождений (Санта-Люсия, Инфьерно 1, Матаамбре, Хукаро-Буэна-Виста) приурочено к флишчидным толщам, и они относятся к флишчайскому типу. К аналогичным по составу отложениям приурочены колчеданные месторождения Средиземноморского пояса, расположенные, главным образом, в зоне юрских сланцев Большого Кавказа (месторождения Филизчай, Кацдаг, Катех). Литолого-фациальные особенности рудовмещающих отложений, их возраст, состава руд, этих достаточно удаленных друг от друга регионов обладают поразительным сходством. Из других колчеданных объектов этого возраста могут быть отмечены месторождения Малого Кавказа (Шамлуг, Ахтала, Алаверды, Кафан и другие), принадлежащие типу куроко, а также небольшое месторождение Кюре (Западные Понтиды, Северная Турция), относящееся, вероятнее всего, к уральскому типу. Кроме того, следует упомянуть также наличие колчеданосности юрского времени в Кордильерах (месторождения уральского типа Британия и Хиддн-Крик в Канаде и типа куроко – Блю-Мун, Пени в США).

Основным ареалом стратиформных месторождений является северная часть Африканской платформы, где в известняково-доломитовом чехле Атласского массива локализована большая группа месторождений Марокко (Туисит-бу-Беккер, Мибладен, Дуар-Хаджар, Уэд-Мокта и др.) и Алжира (Уэд-Амизур, Эль-Абед, Бу-Дука и др.). Рудные районы этих месторождений обладают структурной сопряженностью с ограничениями Западно-Марроканского и Алжирско-Ливийского нефтегазоносных бассейнов. К этому возрасту относятся месторождения группы Кугитанг (Таза-Чарва, Майдан-Шах), Бестюбе в Туркмении. Они приурочены к позднеюрскому карбонатному чехлу Гаурдак-Кугитангской области поднятий (срединного массива) в Средиземноморском поясе и находятся на одном стратиграфическом уровне с галогенной формацией, породы которой вмещают значительные по запасам месторождения калийных солей (Гаурдакское, Кугитангское и др.).

Вторая половина юрского времени ознаменовалась формированием первых, наиболее значительных, жильных свинцово-цинковых месторождений (Садонское, Згид, Архон, Холстинское, Какадур-Ханикомское и др. на Северном Кавказе). Все они залегают в средне-позднепалеозойских гранитоидах, вмещающих их рифейско-раннепалеозойских кристаллических сланцах и амфиболитах и пере-

крывающих их юрских терригенных отложений, не проникая выше среднеюрских образований.

В меловое время проявилось большинство ГПТ свинцово-цинковых месторождений. Знаменательным событием мела является завершение формирования стратиформных объектов.

Колчеданообразование мелового возраста сопряжено со Средиземноморским поясом. В размещении рудоносных структур и месторождений этого времени проявлена своеобразная зональность. Самая южная из рудоносных зон представлена офиолитовым массивом Троодос на Кипре, в котором сосредоточены мелкие месторождения преимущественно медных руд (Мавровуни, Мавридия, Скуриотиса, Агрокипия и др.). Именно они послужили прототипом для выделения кипрского типа колчеданных месторождений. Восточным продолжением массива Троодос является офиолитовая зона Южного Тавра (Турция), в которой размещены месторождения кипрского типа Эргани-Маден, Вайса, Сиирт-Маденкой. Севернее Южного Тавра расположена Центрально-Анатолийская зона, образованная серией мезозойских офиолитовых швов, разделяющих Мизийско-Галатский, Мендересский, Кыршехинский и другие срединные массивы. Последние в меловое время были объединены на востоке с Закавказским, а на западе с Родопским и Сербско-Македонским срединными массивами. Закавказский срединный массив служил фундаментом для формирования вторичной геосинклинали Малого Кавказа с колчеданными месторождениями Маднеули, Дамблудским и рядом других (Грузия). Эта вторичная геосинклиналь в западном направлении переходит в Восточные Понтиды (Турция) с месторождениями Мургул-Анаятас, Акаршен, Хершит-Кепрюбаши, Ашикей и др. и далее – в Среднегорскую с месторождениями Радка и Елшица (Болгария) и Тимоксую зону с месторождением Бор (Сербия). Все эти объекты относятся к типу куроко. Во флишодных прогибах южных склонов Родопского и Сербско-Македонского срединных массивов расположены месторождения флишчайского типа (Мадем-Лакос, Олимпиас, Северная Греция).

Наиболее значительные стратиформные свинцово-цинковые объекты (Реосин, Рубиалес, Ла Тройя) мелового возраста располагаются в известняково-доломитовом чехле срединного массива Иберийской Мезетты (северо-запад Испании). Примерно такое же лито-стратиграфическое положение занимают месторождения северного Туниса (Джебел-Рассас, Джебел-Грефа) в чехле Атласского массива Африканской платформы.

Скарновые (скарнированные стратиформные) месторождения распространены в основании Кордильерских и Андийских вулкано-интрузивных поясов палеогена–неогена, деформирующих и метаморфизующих карбонатные толщи, слагающие чехол на западных окраинах Северо-Американской и

Южно-Американской платформ. Среди свинцово-цинковых месторождений этого региона могут быть выделены как первичные стратиформные, близкие миссисипскому типу, так и в различной степени преобразованные с регенерацией рудного вещества, скарнированием, частичным переотложением руд и формированием жильных систем [21]. К ним относятся многочисленные месторождения Центральной и Южной Америки, среди которых хорошо известны такие, как Найка, Санта-Эвлялия, Лос-Ламентос и др. (Мексика), Морокоча, Касапалка, Уансала и др. (Перу), Эль-Мачито (Гондурас). Месторождения характеризуются высокими содержаниями серебра. Близкая ситуация характерна для месторождений группы Рудник (Сербия) на фланге Македонского вулcano-интрузивного пояса. Они локализованы в карбонатных толщах раннего мела, интродуцированных олигоцен-миоценовыми латитами, гранодиоритами, преобразующими согласные рудные тела.

Среди жильных объектов следует, в первую очередь, отметить рудный район Кер-д'Ален, насчитывающий не менее 35 самостоятельных месторождений, рудников и участков [22]. Район находится на западе Северо-Американской платформы, сложенной допалеозойскими метаморфическими толщами, интродуцированными раннемеловыми монцонитами и палеогеновыми лампрофирами и диабазами. Система рудных жил, имеющая позднемеловой возраст, контролируется крупным широтным разломом Осборн. Другим значительным жильным объектом, заслуживающим упоминания, является месторождение Канимансур (Кан-и-Мансур) в Таджикистане. Оно находится в той же структуре Карамазара, что и скарновые (скарнированные) месторождения Алтын-Топканской группы и приурочено к системе тектонических нарушений. Как и Кер-д'Ален, Канимансур обладает высокими содержаниями серебра.

Свинцово-цинковая рудоносность палеогена определяется исключительно месторождениями жильного ГПТ. Они приурочены к трещинно-разрывным системам, реализованным в различных геолого-структурных обстановках: 1) чехол западной окраины Северо-Американской платформы, активизированный развитием Кордильерских вулcano-интрузивных поясов, в связи с телами диоритов, гранодиоритов, кварцевых монцонитов (рудный район Парк-Сити, Юта, США); 2) в вулcano-интрузивных комплексах андийской системы в связи с субвулканическими телами дацитов (Матильда, Уанчака, Боливия); 3) в Македонском вулcano-интрузивном поясе, наложенном на край Сербско-Македонского срединного массива в связи с субвулканическими интрузиями дацитов, кварцевых латитов (Злетово, Македония); 4) в связи с рифтогенезом Рейнских Сланцевых гор (районы Рамсбек, Западный Гарц и др.,

Германия); 5) в связи с орогенезом южного склона Большого Кавказа, без видимой связи с магматизмом (Квайсинское, Грузия).

Колчеданосность палеогена проявлена в основном на Филиппинском архипелаге в виде небольших преимущественно медных месторождений уральского типа (Барло, Багакай, Хиксбар). Другим ареалом с колчеданными рудами этого возраста является Севано-Курдистанская зона, где известно Тандзутское месторождение, которое, как и другие объекты Малого Кавказа, относится к типу куроко.

В рудообразовании неогена проявлено два ГПТ месторождений свинца и цинка – колчеданный куроко и жильный. Колчеданные объекты размещены в Тихоокеанском поясе – это область “зеленых туфов” Японии со знаменитыми миоценовыми месторождениями Куроко, связанными с подводным кислым вулканизмом, а также острова Фиджи (Унду, Ваникора и др.). Из других областей неогенового колчеданообразования этого же типа следует отметить рудный район Банска-Штявница (Центральная Словакия, Карпаты), а также Перуанские Анды с месторождениями Серро-де-Паско и Касапалка. Жильные месторождения, несмотря на значительную территориальную разобщенность, обладают сходными чертами. Все они приурочены к трещинным зонам в поясах миоценового андезит-риолитового вулканизма (Санта-Барбара, Парраль, Мексика), в том числе, наложенного на срединные массивы – Колорадский (месторождение Сан-Хаун, Колорадо, США), Паннонский (месторождение Дьендешороси, Восточные Карпаты, Венгрия), Раховский (месторождение Береговское, Восточные Карпаты, Украина).

Главным металлогеническим событием четвертичного времени является формирование глубоко-водных сульфидных проявлений, приуроченных к различным структурам Мирового океана и отождествляемых с древними колчеданными рудами [13]. Из более чем 300 установленных проявлений только четыре объекта могут быть сопоставимы в количественном отношении с запасами разведанных месторождений. К ним отнесены рудные залежи впадины Атлантик II Красного моря, гидротермального поля ТАГ в Атлантическом океане, осевой части рифта Галапагосского хребта в Тихом океане и впадины Гуаймас в Калифорнийском заливе. По условиям размещения, минеральному и химическому составу руд, соотношениям в них меди, цинка, свинца с определенной долей условности первый объект может быть отнесен к уральскому типу, два вторых – к кипрскому типу, последний – к филизчайскому типу.

Все изложенное позволило вычислить современное распределение разведанных запасов свинца и цинка по ГПТ месторождений и времени их формирования (табл. 6), а также модельные параметры объектов (табл. 7).

Таблица 6. Распределение мировых разведанных запасов (%) свинца/цинка по геолого-промышленным типам и времени их образования**Table 6.** Distribution of the world's proven reserves (%) of lead/zinc by geological-industrial types and the time of their formation

Возраст	Колчеданный кипрский	Колчеданный уральский	Колчеданный куроко	Колчеданный филизчайский	Стратиформный в карбонатных толщах	Стратиформный сканированный	Стратиформный в терригенных толщах	Жильный	Итого
KZ	<0.1/0.2	<0.1/0.8	1.0/1.3	<0.1/0.3				2.5/1.5	3.5/4.1
MZ	<0.1/0.1	0.0/0.1	0.3/0.7	0.8/1.1	4.2/7.1	4.0/2.8	0.9/0.8	2.9/0.8	13.2/13.6
PZ	<0.1/<0.1	0.5/5.7	11.6/17.5	5.9/8.7	30.0/17.8	4.2/2.2	0.5/0.1	0.1/0.1	52.9/52.1
PR ₃ (RF ₃ +V)	0.0/<0.1	0.0/0.1	<0.1/0.2	5.4/5.5	0.8/1.2	2.2/3.0	1.2/<0.1		9.6/10.1
PR ₂ (RF ₁₊₂)	<0.1/<0.1	0.0/0.0		15.3/10.5	0.8/2.0	0.2/0.2			16.4/12.7
PR ₁	<0.1/<0.1	<0.1/0.6	3.3/1.4	0.8/2.1					4.2/4.2
AR		0.1/2.5	<0.1/0.2	<0.1/0.5					0.2/3.2
Всего	0.1/0.5	0.7/9.8	16.3/21.3	28.4/28.7	35.8/28.1	10.6/8.2	2.6/1.0	5.5/2.4	100/100

Таблица 7. Модельные параметры месторождений свинца и цинка**Table 7.** Model parameters of lead and zinc deposits

ГПТ месторождений	Запасы руды модельного объекта, млн т	Запасы свинца модельного объекта, тыс. т	Среднее содержание свинца модельного объекта, %	Запасы цинка модельного объекта, тыс. т	Среднее содержание цинка модельного объекта, %
Колчеданный кипрский	6.63	0.29	0.004	75.28	1.13
Колчеданный уральский	34.39	22.42	0.07	563.01	1.64
Колчеданный куроко	35.06	434.76	1.24	1074.42	3.06
Колчеданный филизчайский	52.01	1763.36	3.38	3388.04	6.50
Стратиформный в карбонатных породах	61.11	1493.2	2.44	2218.53	3.63
Стратиформный сканированный	16.20	527.35	3.24	767.66	4.74
Стратиформный в терригенных породах	57.02	844.50	1.48	602.86	1.06
Жильный	12.17	666.40	5.47	555.35	4.56

ВЫВОДЫ

В структуре свинцово-цинкового потенциала Земли проявлены следующие особенности.

1. Во всей геологической истории Земли формирование этого потенциала начинается (архей, ранний протерозой) и заканчивается (четвертичное время) объектами колчеданных ГПТ.

2. Начиная со среднего протерозоя, колчеданные ГПТ частично замещаются ГПТ стратиформных свинцово-цинковых месторождений, образование которых завершается в меловое время.

3. Неиспользованные в домезозойских месторождениях количества свинца и цинка реализованы в объектах жильного ГПТ, интенсивное развитие которого начинается с юрского времени, достигая максимума в палеогене.

4. На каждом возрастном уровне (см. табл. 5, рис. 3) преобладают объекты одного, максимум двух ГПТ, тогда как другие имеют подчиненное значение.

5. Достаточно однотипные обстановки реализации свинцово-цинкового потенциала подтверждают высказанные В.И.Смирновым положения о консервативности металлогенических процессов в геологической истории Земли.

Автор благодарен И.В. Исаковой и И.Л. Бышевой за подготовку графического и табличного материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Быховер Н.А. (1984) Распределение мировых ресурсов минерального сырья по эпохам рудообразования. М.: Недра, 576 с.
2. Вулканизм и рудообразование (1973). Под ред. Т.М. Тацуми. М.: Недра, 254 с.
3. Геологическая служба и развитие минерально-сырьевой базы. (1993) (Под ред. А.И. Кривцова, И.Ф. Мигачева, Г.В. Ручкина.) М.: ЦНИГРИ, 618 с.
4. Горжевский Д.И. (1981) Промысленно-генетиче-

- ские типы свинцово-цинковых месторождений. М.: ВИЭМС, 44 с.
5. Горжевский Д.И., Макеева И.Т. (1982) Стратиформные месторождения цветных металлов (Условия локализации и происхождение стратиформных месторождений свинца, цинка и меди). Сер. Рудные месторождения. Т. 12. М.: ИНТ, 168 с.
 6. Горжевский Д.И., Филатов Е.И. (1989) Свинцово-цинковые руды. *Горная энциклопедия. Т. 4.* М.: Советская энциклопедия, 472-474.
 7. Горжевский Д.И., Шабаршов П.Я. (1982) Минерально-сырьевая база свинцово-цинковой промышленности зарубежных стран в 1961–1980 гг. и прогноз ее развития до 2000 г. М.: ВИЭМС, 62 с.
 8. Густафсон Л.Б., Уильямс Н. (1984) Стратиформные месторождения меди, свинца и цинка в осадочных породах. *Генезис рудных месторождений. Т. 1.* М.: Мир, 156-244.
 9. Дергачев А.Л. (2010) Эволюция вулканогенного колчеданообразования в истории Земли. Автореф. дис. ... докт. геол.-мин. наук. М.: МГУ, 58 с.
 10. Дергачев А.Л., Дергачев А.А., Еремин Н.И. (2015) Эпохи свинцово-цинкового рудообразования в геологической истории Земли. *Вестн. МГУ. Сер. 4. Геология.* (3), 62-72.
 11. Ежов С.В. (1996) Геологические условия локализации оруденения и генезис скарново-полиметаллических месторождений Алтын-Топканского рудного района (Северный Таджикистан). Автореф. дис. ... д-ра геол.-мин. наук. М., 48 с.
 12. Ивлев А.И. (2001) Генезис цинкового месторождения Шаймарден и перспективы Валерьяновского синклиория на свинцово-цинковое оруденение. *Уральский геологический журнал.* (5) 67-77.
 13. Карта теплового потока гидротермального оруденения в Мировом океане. М-б: 1 : 20 000 000. (1988) Объяснительная записка. (Под ред. И.С. Грамберга и А.А. Смыслова). Л.: ВСЕГЕИ, 151 с.
 14. Колчеданные месторождения зарубежных стран. (1984) (Под ред. С.Н. Иванова). М.: Наука, 216 с.
 15. Колчеданные месторождения мира. (1979) Под ред. В.И. Смирнова. М.: Недра, 284 с.
 16. Конкин В.Д., Ручкин Г.В. (1991) Статистические закономерности накопления свинца и цинка в стратиформных месторождениях. *Геология рудн. месторождений.* (3), 49-60.
 17. Контарь Е.С. (2002) Количественная оценка колчеданообразования. *Геология рудн. месторождений.* (6), 543-555.
 18. Контарь Е.С. (2007) Стратиформные свинцово-цинковые месторождения Урала. *Геодинамика, магматизм, метаморфизм и рудообразование.* Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 670-699.
 19. Контарь Е.С. (2013) Геолого-промышленные типы месторождений меди, цинка, свинца на Урале (геологические условия размещения, история формирования, перспективы). Екатеринбург: УГГУ, 199 с.
 20. Контарь Е.С. (2015) Месторождения меди в геологической истории Земли. *Региональная геология и металлогения.* № 61, 77-91.
 21. Кривцов А.И., Мигачев И.Ф. (1997) Металлогения андезитовидных вулканоплутонических поясов. Ч. 1. М.: ЦНИГРИ, 326 с.
 22. Месторождения свинца и цинка. (1972) *Рудные месторождения США.* Т. 1, ч. 1. М.: Мир, 11-456.
 23. Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов. (2002). Выпуск "Свинец и цинк". (Г.В. Ручкин, В.Д. Конкин, А.И. Донец и др.) М.: ЦНИГРИ, 169 с.
 24. Минеральные месторождения Европы. Т. 1. Северо-Западная Европа. (1982). М.: Мир, 583 с.
 25. Минеральные месторождения Европы. Т. 3, Центральная Европа. (1988). М.: Мир, 516 с.
 26. Павлов Д.И., Горжевский Д.И., Богашова Л.Г. и др. (1988) Связь стратиформных свинцово-цинковых месторождений в карбонатных породах с нефтепродуктивными и галогенными толщами. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* (8), 92-106.
 27. Парагенезис металлов и нефти в осадочных толщах нефтегазоносных бассейнов. (1990). (Д.И. Горжевский, А.А. Карцев, Д.И. Павлов и др.) М.: Недра, 268 с.
 28. Перваго В.А. (1975) Условия формирования и геолого-экономическая оценка промышленных типов месторождений цветных металлов. М.: Недра, 272 с.
 29. Перваго В.А. (1993) Свинцово-цинковые месторождения мира. М.: Недра, 254 с.
 30. Попов В.В. (2000) Минеральные ресурсы и экономика России на рубеже XX-XXI столетий: Проблемы и пути их решения. М.: ОИФЗ РАН, 47 с.
 31. Ручкин Г.В. (1984) Стратиформные полиметаллические месторождения докембрия. М.: Недра, 237 с.
 32. Ручкин Г.В., Донец А.И. (2002) Стратиформные свинцово-цинковые месторождения в карбонатных толщах. М.: ЦНИГРИ, 123 с.
 33. Страхов Н.М. (1962) Основы теории литогенеза. Т. III. М.: Изд-во АН СССР, 550 с.
 34. Твалчрелидзе Г.А. (1974) О типах колчеданных месторождений и провинций. *Изв. АН СССР. Сер. геол.* (10), 5-16.
 35. Филатов Е.И. (1986) Полиметаллические месторождения фанерозоя. М.: Недра, 198 с.
 36. Хаин В.Е. (2000) Основные этапы тектонического развития Земли и их отражение в минерогенезе. *Геология рудн. месторождений* (5), 403-408.
 37. Эйнауди М.Т., Мейнерт Л.Д., Ньюберри Р.Дж. (1984) Скарновые месторождения. *Генезис рудных месторождений. Т.1.* М.: Мир, 401-515.
 38. Яковлев П.Д. (1986) Промышленные типы рудных месторождений. М.: Недра, 358 с.
 39. Hutchinson R.W. (1990) Precious metals in massive base metal sulfide deposits. *Geologische Rundschau.* 79(2), 241-263.
 40. Sverjensky D.A. (1984) Oil Field Brines – as Ore-Forming Solutions. *Econ. Geol.* 79, p. 23-35.

Lead and zinc deposits in forming history of the Earth's crust

E.S. Kontar

Urals Geological-Survey Expedition

It is generalized the data of location in structures and stratigraphic sequences of the Earth lead and zinc deposits following geological-industrial types (GIT): massive sulphide Cyprus, massive sulphide Urals, massive sulphide Kuroko, massive sulphide Filizchay, stratiform lead-zinc carbonate-hosted, skarn lead-zinc (stratiform, converted to skarns), stratiform lead-zinc clastic-hosted, lead-zinc vein. According to estimates which were made by the author, during geological history of the Earth, from the Late Archean to the Quaternary it was accumulated at least 17.3 billion tons of ore, containing more than 317 million tons of lead and 600 million tons of zinc.

Key words: *lead and zinc deposits, geological-industrial types, massive sulphide Cyprus, massive sulphide Urals, massive sulphide Kuroko, massive sulphide Filizchay, stratiform lead-zinc carbonate-hosted, skarn lead-zinc (stratiform, converted to skarns), stratiform lead-zinc clastic-hosted, lead-zinc vein.*

REFERENCES

1. Byhover N.A. (1984) *Raspredelenie mirovykh resursov mineral'nogo syr'ja po epokham rudoobrazovaniya* [Distribution of the world's mineral resources for the epochs of mineralization]. Moscow: Nedra Publ., 576 p. (In Russian).
2. *Vulkanizm i rudoobrazovanie* (1973) [Volcanism and ore formation]. (Ed. T.M. Tatsumi). Moscow: Nedra Publ., 254 p. (In Russian).
3. *Geologicheskaja sluzhba i razvitie mineral'no-syr'evoy bazy* (1993) [Geological Survey and development of mineral resource base]. (Eds. A.I. Krivtsov, I.F. Migachev, G.V. Ruchkin). Moscow: TsNIGRI Publ., 618 p. (In Russian).
4. Gorzhevski D.I. (1981) *Promyshlenno-geneticheskie tipy svintsovo-tsinkovykh mestorozhdenij* [Industrial and genetic types of lead-zinc deposits]. Moscow: VIEMS Publ., 44 p. (In Russian).
5. Gorzhevski D.I., Makeeva I.T. (1982) *Stratiformnye mestorozhdeniya tsvetnykh metallov (Usloviya lokalizatsii i proishozhdenie stratiformnykh mestorozhdenij svintsa, tsinka i medi)* [Stratiform deposits of non-ferrous metals: Localization and the origin of stratiform deposits of lead, zinc and copper]. Ser. Rudnye mestorozhdeniya, T. 12. Moscow: INT Publ., 168 p. (In Russian).
6. Gorzhevski D.I., Filatov E.I. (1989) Lead-zinc ores. *Gornaja entsiklopediya. T. 4*. Moscow: Sovetskaja entsiklopediya Publ., 472-474. (In Russian).
7. Gorzhevski D.I., Shabarshov P.Ja. (1982) *Mineral'no-syr'evaja baza svintsovo-tsinkovoj promyshlennosti zarubezhnykh stran v 1961–1980 gg. i prognoz ee razvitiya do 2000 g* [Mineral resources of the lead and zinc industry of foreign countries in 1961–1980 and forecast of its development until 2000]. Moscow: VIEMS Publ., 62 p. (In Russian).
8. Gustafson L.B., Williams N. (1984) Stratiform deposits of copper, lead and zinc in the sediments. *Genesis rudnykh mestorozhdenij. T. 1*. Moscow: Mir Publ., 156-244. (In Russian).
9. Dergachev A.L. (2010) *Evoljutsija vulkanogenno kolchedanoobrazovaniya v istorii Zemli* [Evolution volcanic massive sulphide deposits in Earth's history]. Avtoref. dis. ... dokt. geol.-min. nauk. Moscow: MGU, 58 p. (In Russian).
10. Dergachev A.L., Dergachev A.A., Eremin N.I. (2015) [Epochs lead-zinc ore formation in the Earth's geological history]. *Vestn. Mosk. Univ. Ser. 4. Geol.* (3), 62-72. (In Russian).
11. Ezhov S.V. (1996) *Geologicheskie usloviya lokalizatsii orudneniya i genezis skarnovo-polimetallicheskih mestorozhdenij Altyn-Topkanskogo rudnogo rajona (Severnyj Tadzhikistan)* [Geological conditions of localization of mineralization and genesis of skarn polymetallic deposits Altyn Topkan ore district (Northern Tajikistan)]. Avtoref. dis. ... d-ra geol.-min. nauk. M., 48 p. (In Russian).
12. Ivlev A.I. (2001) Genesis zinc deposit Shaymarden and prospects of Valer'janovka Synclitorium on lead-zinc mineralization. *Ural'skij geologicheskij zhurnal.* (5), 67-77. (In Russian).
13. *Karta teplovogo potoka gidrotermal'nogo orudneniya v Mirovom okeane*. M-b: 1 : 20 000 000. (1988) Ob"jasnitel'naja zapiska. (1988) (Eds. I.S. Gramberg i A.A. Smyslov) [Map of heat flow of hydrothermal mineralization in the World Ocean. Scale: 1 : 20 000 000. Explanatory note]. Leningrad: VSEGEI Publ., 151 p. (In Russian).
14. *Kolchedannye mestorozhdeniya zarubezhnykh stran* (1984) [Pyrite deposits of foreign countries]. (Ed. S.N. Ivanov). Moscow: Nauka Publ., 216 p. (In Russian).
15. *Kolchedannye mestorozhdeniya mira*. (1979) [Pyrite deposits in the world]. (Ed. V.I. Smirnov). Moscow: Nedra Publ., 284 s. (In Russian).
16. Konkin V.D., Ruchkin G.V. (1991) Statistical patterns of accumulation of lead and zinc stratiform deposits. *Geol. rudn. mestorozhd.* (3), 49-60. (In Russian).
17. Kontar' E.S. (2002) [Quantitative estimation of pyrite ore formation]. *Geol. rudn. mestorozhd.* (6), 543-555. (In Russian).
18. Kontar' E.S. (2007) Stratiform lead-zinc deposits of the Urals. *Geodynamics, magmatism, metamorphism and mineralization*. Ekaterinburg: IGG UrO RAN Publ., 670-699. (In Russian).
19. Kontar' E.S. (2013) *Geologo-promyshlennye tipy mestorozhdenij medi, tsinka, svintsa na Urale (geologicheskie usloviya razmeshcheniya, istoriya formirovaniya, per-*

- spektivy*) [Geological and industrial types of copper, zinc and lead deposits in the Urals (geological conditions of accommodation, the history of formation and prospects)]. Ekaterinburg: UGGU Publ., 199 p. (In Russian).
20. Kontar' E.S. (2015) The deposits of copper in the Earth's geological history. *Regional'naja geologija i metallogenija*. № 61, 77-91. (In Russian).
 21. Krivtsov A.I., Migachev I.F. (1997) *Metallogenija andezitoidnykh vulkano-plutonicheskikh pojasov* [Metallogeny of andesite volcano-plutonic belts]. Ch. 1. Moscow: TsNIGRI Publ., 326 p. (In Russian).
 22. Deposits of lead and zinc. (1972) *Rudnye mestorozhdenija USA. T. 1, chast' 1*. Moscow: Mir Publ., 11-456. (In Russian).
 23. *Metodicheskoe rukovodstvo po otsenke prognoznnykh resursov almazov, blagorodnykh i tsvetnykh metallov*. (2002) [Methodological Guide for the evaluation of forecast resources of diamonds, precious and base metals]. Vypusk "Svinets i tsink". (G.V. Ruchkin, V.D. Konkin, A.I. Donets et al.) M.: TsNIGRI Publ., 169 p. (In Russian).
 24. *Mineral'nye mestorozhdenija Evropy. T. 1. Severo-Zapadnaja Evropa*. (1982) [Mineral deposits in Europe. T. 1. North-Western Europe]. Moscow: Mir Publ., 583 p. (In Russian).
 25. *Mineral'nye mestorozhdenija Evropy. T. 3, Tsentral'naja Evropa*. (1988) [Mineral deposits Evropy. V. 3, Central Europe]. Moscow: Mir Publ., 516 p. (In Russian).
 26. Pavlov D.I., Gorzhevskij D.I., Bogashova L.G. et al. (1988) Communication stratiform lead-zinc deposits in carbonate rocks to oil bearing and halogen strata. *Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. geol.* (8), 92-106. (In Russian).
 27. *Paragenesis metallov i nefiti v osadochnykh tolshchakh neftegazonosnykh bassejnov*. (1990) [Paragenesis metals and oil in the sedimentary strata of oil and gas basins.]. (D.I. Gorzhevskij, A.A. Kartsev, D.I. Pavlov et al.) Moscow: Nedra Publ., 268 p. (In Russian).
 28. Pervago V.A. (1975) *Usloviya formirovanija i geologo-ekonomicheskaja otsenka promyshlennykh tipov mestorozhdenij tsvetnykh metallov* [The conditions of formation and geological and economic evaluation of industrial types of deposits of non-ferrous metals]. Moscow: Nedra Publ., 272 p. (In Russian).
 29. Pervago V.A. (1993) *Svintsovo-tsinkovyje mestorozhdenija mira* [Lead-zinc deposits in the world]. Moscow: Nedra Publ., 254 p. (In Russian).
 30. Popov V.V. (2000) *Mineral'nye resursy i ekonomika Rossii na rubezhe XX-XXI stoletij: Problemy i puti ikh reshenija* [Mineral Resources and the Russian economy at the baundary of XX-XXI centuries: Problems and Solutions]. Moscow: OIFZ RAN Publ., 47 p. (In Russian).
 31. Ruchkin G.V. (1984) *Stratiformnye polimetallicheskie mestorozhdenija dokembrija* [Stratiform polymetallic deposits of the Precambrian]. Moscow: Nedra Publ., 237 p. (In Russian).
 32. Ruchkin G.V., Donets A.I. (2002) *Stratiformnye svintsovo-tsinkovyje mestorozhdenija v karbonatnykh tolshchakh* [Stratiform lead-zinc deposits in carbonate strata]. Moscow: TsNIGRI Publ., 123 p. (In Russian).
 33. Strahov N.M. (1962) *Osnovy teorii litogeneza* [Fundamentals lithogenesis theory]. V. III. Moscow: Akad. Nauk SSSR Publ., 550 p. (In Russian).
 34. Tvalchrelidze G.A. (1974) [About the types of massive sulfide deposits and provinces]. *Izv. Akad. Nauk SSSR. Ser. geol.* (10), 5-16. (In Russian).
 35. Filatov E.I. (1986) *Polimetallicheskie mestorozhdenija fanerozoja* [Polymetallic deposits in Phanerozoic]. Moscow: Nedra Publ., 198 p. (In Russian).
 36. Hain V.E. (2000) [The main stages of tectonic evolution of the Earth and their reflection in minerageneze]. *Geol. rudn. mestorozhd.* (5), 403-408. (In Russian).
 37. Einaudi M.T., Meinert L.D., Newberry R.D. (1984) Skarn deposits. *Genezis rudnykh mestorozhdenij. T. 1*. Moscow: Mir Publ., 401-515. (In Russian).
 38. Yakovlev P.D. (1986) *Promyshlennye tipy rudnykh mestorozhdenij* [Industrial types of ore deposits]. Moscow: Nedra Publ., 358 p. (In Russian).
 39. Hutchinson R.W. (1990) Precious metals in massive base metal sulfide deposits. *Geologische Rundschau*. 79(2), 241-263.
 40. Sverjensky D.A. (1984) Oil Field Brines – as Ore-Forming Solutions. *Econ. Geol.* 79, 23-35.