



РУДНО-ФОРМАЦИОННАЯ ТИПИЗАЦИЯ МЕСТОРОЖДЕНИЙ СВИНЦА И ЦИНКА И ПРОГНОЗНО-ПОИСКОВЫЕ МОДЕЛИ РУДНЫХ РАЙОНОВ АЛТАЕ-САЯНО-ЕНИСЕЙСКОЙ МИНЕРАГЕНИЧЕСКОЙ ОБЛАСТИ

А.И.Донец (ФГУП «ЦНИГРИ»)

Рассмотрены рудно-формационные типы свинцово-цинковых месторождений — рудноалтайский, филизчайский, миргалимсайский, приаргунский и садонский. Охарактеризованы прогнознo-поисковые модели Змеиногорского, Холоднинского, Миргалимсайского, Приаргунского и Садонского рудных районов с элементами формационных, структурных, литофациальных, метасоматических, минералогических, геохимических и геофизических признаков. По деформированности рудовмещающих толщ и залегающих внутри них руд в филизчайском типе выделены три группы прогнозируемых рудных районов.

Ключевые слова: свинцово-цинковые месторождения, рудно-формационные типы месторождений, состав руд, рудовмещающие формации, прогноз рудных районов.

Донец Александр Иванович, metallogeny@tsnigri.ru

TYPE FORMATIVE ENVIRONMENTS OF Pb-Zn DEPOSITS AND PROGNOSTIC EXPLORATION MODELS OF ORE DISTRICTS IN THE ALTAY-SAYAN-YENISEI MINERAGENIC AREA

A.I.Donets

Key type formative environments of Pb-Zn deposits are considered, i.e., Rydny Altay, Filizchai, Mirgalimsai, Priargun and Sadon. The prognostic exploration models of Zmeinogorsk, Kholodninsk, Mirgalimsai, Priargun and Sadon ore districts are characterized by descriptions of their depositional environments, tectonic settings, mineralogy, geochemical and geophysical signatures. Three groups of predicted ore districts are delineated in Filizchai type by the deformation grade of the ore-hosting units and ores.

Key words: Pb-Zn deposit, type formative environment, ore district prediction.

Рудно-формационная типизация месторождений свинца и цинка Алтае-Саяно-Енисейской минерагенической области (АСЕМО) — необходимый элемент прогноза промышленных объектов данной территории [2]. В практике геологоразведочных работ прогноз осуществляется, как правило, на основе анализа рудоконтролирующих критериев и поисковых признаков. Важнейший критерий — характеристика геологической среды, дающая представление о типах геологического разреза вмещающих пород (геологической формации), структуры и истории геологического развития территории. В ряде геологических провинций указанные характеристики достаточно определены для каждой группы месторождений, относимых к той или иной рудной формации, представители которой имеют практическое значение (образуют геолого-промышленный тип). Это позволяет осуществлять прогнозирование месторождений и оценку территории [11]. Рудно-формационная типизация месторождений свинца и цинка АСЕМО и усредненные характеристики представителей рудных формаций,

заимствованные из методического руководства [4], приведены в табл. 1.

При прогнозных исследованиях рудный район выделяется в качестве территории (протяженностью до 100 км, площадью в среднем 500 км²), сложенной определенной геологической формацией, перспективной на открытие месторождений конкретного рудно-формационного типа [7].

Медно-свинцово-цинковый колчеданный с барием и барий-свинцово-цинковый рудно-формационные типы (рудноалтайский). В качестве модели рудного района рудноалтайского типа рассматривается Змеиногорский (рис. 1). В металлогенических зонах рудноалтайского типа рудные районы эквивалентны структурно-формационным блокам, которые представляют собой крупные вулканотектонические депрессии, выполненные отложениями одной рудоносной формации (табл. 2). Среди них выделяются краевые и внутренние депрессии (см. рис. 1). Краевые подразделяются на два подтипа. Первый представлен узкими троговыми депрессиями, приуроченными к глубинным разломам, со зна-

1. Типизация свинцово-цинковых месторождений

Характеристика месторождений	Рудно-формационный тип				
	2	3	4	5	6
Медно-свинцово-цинковый колчеданный с барий-свинцово-цинковый колчеданный (рудноалтайский)	Медно-свинцово-цинковый колчеданный с барий-свинцово-цинковый колчеданный (рудноалтайский)	Медно-свинцово-цинковый колчеданный в углеродистых породах (филиппинский)	Стратиформный свинцово-цинковый и барий-свинцово-цинковый в карбонатных породах (миргалимсайский)	Свинцово-цинковый в карбонатных породах часто со скарнами (приаргунский)	Свинцово-цинковый сrebroсодержащий жильный в разнообразных породах (салонский)
Рудовмещающая геологическая формация	Туфогенно-кремнисто-терригенная в сочетании с контрастной базальто-риолитовой	Углеродистая терригенно-филиппинская	Карбонатная известково-доломитовая, глинисто-карбонатная (в том числе рифогенная и биогермная)	Карбонатная, часто в сочетании с гранитоидными формациями вулканоплутонических поясов	Сочетание различных формаций, преимущественно эффузивной серии кислого и среднего составов
Основные промышленные типы руд	Медно-свинцово-цинковый колчеданный, цинково-свинцово-колчеданный, барит-свинцово-цинковый колчеданный	Свинцово-цинковый колчеданный, медно-свинцово-цинковый колчеданный, медно-цинковый колчеданный	Свинцово-цинковый, цинково-свинцовый, барит-свинцово-цинковый, медно-свинцово-цинковый, флюорит-свинцово-цинковый	Свинцово-цинковый, цинково-свинцовый и серебро-свинцово-цинковый	Свинцово-цинковый и серебро-цинково-свинцовый
Основные минеральные типы руд	Галенит-сфалерит-халькопирит-пиритовый, халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовый, сфалерит-пиритовый (пирит)-барит-галенит-сфалеритовый, галенит-сфалерит-пиритовый	Галенит-сфалерит-пиритовый, халькопирит-галенит-сфалерит-пиритовый, халькопирит-сфалеритовый, пирротин-пиритовый	Сфалерит-галенитовый, сфалерит-галенит-флюоритовый, галенит-сфалеритовый, сфалерит-галенит-баритовый, германий-галенит-сфалеритовый, тетраэдрит-халькопирит-галенит-сфалеритовый, пирит-барит-галенит-сфалеритовый, пирит-галенит-сфалеритовый	Галенит-сфалеритовый, галенит-сфалерит-пиритовый, пирротин-пирит-галенит-сфалеритовый, тетраэдрит-сфалерит-галенитовый	Пирротин-пирит-галенит-сфалеритовый, тетраэдрит-сфалерит-галенитовый
Текстуры руд	Сплошная и густо-вкрапленная	Сплошная и прожилково-вкрапленная	Сплошная, вкрапленная, густо-вкрапленная и прожилково-вкрапленная	Вкрапленная, густо-вкрапленная и прожилково-вкрапленная	Вкрапленная, густо-вкрапленная
Средние содержания металлов в рудах, %	Pb 0,5-7,5 Zn 1,5-1,9 Cu 0,1-2,0	Pb 0,5-2,5 Zn 3,5-7,5 Cu 0,1-2,0	Pb 0,6-4,0 Zn 0,9-7,0 Cu 0,5-0,9	Pb 1,1-6,1 Zn 1,7-6,3	Pb 1,2-2,8 Zn 1,9-7,3

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
Соотношения основных металлов руд	Pb:Zn:Cu=1:3:1	Pb:Zn:Cu=1:3:0,3	Pb:Zn:Cu=(1:0,3:0,1)–(0,1:10:0,1)	Pb:Zn:Cu=1:1:0,2	Pb:Zn:Cu=1:2:0,1
Попутные полезные компоненты руд — основные и второстепенные (в скобках)	Au, Ag, As, Sb, Zn, Cd, Ne, (Ta, Ga, Ti, Ge)	Ag, Cd, Ti, In, Co, Sb, (Au, Se)	CaF ₂ , Cu, Ba, Ag, Ge, Cd, Sb, Ga, (Ni, Co, In, Ti)	Ag, Cd, In, Bi, Au, (Cu, Sn)	Ag, Ga, Ti, In, Cu, (Sb, As)
Морфология и размеры рудных тел (м) по: А — простиранию, Б — падению, В — мощности	Линзо- и пластообразные залежи в сочетании с подводящими жильными системами: А — до 1500, Б — до 900, В — 1–100	Линзо- и пластообразные залежи: А — до первых тысяч, Б — до 1000, В — 1–250	Пласто- и линзообразные, реже мантообразные и жиллоподобные залежи: А — до 1000, Б — до 900, В — 1–50	Изометричные тела сложной и линзовидной формы, реже трубо- и жиллообразные: А — 200–800, Б — 100–600, В — 0,5–70	Жилы, жильные и штокерковые зоны уплощенной линзовидной формы: А — 20–800, Б — 50–500, В — 0,5–10
Примеры месторождений	Рубцовское, Золотушинское, Корбалихинское	Верхнекаменское, Горевское, Тенетинское	Ширгайтинское, Сары-Гиматейское	Юлия Свинцовая, Уйское	Игр-Гол, Пертойское

чительной ролью осадочных пород в составе рудоносных формаций. Породы залегают почти вертикально, смяты в сложные складки, интенсивно деформированы с развитием многочисленных субпластовых срывов, надвигов, зон рассланцевания. Краевые структуры второго подтипа более протяженные. Рудоносная формация залегает непосредственно на породах комплекса основания. Первичные палеоструктуры, особенно крупные вулканические сооружения, хорошо сохранились и уверенно распознаются. Внутренние депрессии, развивавшиеся на поднятиях в связи с разломами широтного простирания, слабо деформированы и характеризуются сокращенным объемом рудоносной формации при преобладании вулканитов кислого состава [6].

Факторы, значимые для выявления рудных районов, представлены в табл. 2.

Методы, применяемые при геологоразведочных работах, направленных на выявление потенциальных рудных районов, включают [3]:

составление специализированных формационно-структурных карт м-ба 1:200 000 с использованием результатов геологоразведочных работ более крупных масштабов;

специализированное опробование потенциально рудовмещающей формации;

установление литофаций рудоносных вулканогенно-осадочных формаций;

металлогенический анализ с разбраковкой медно-свинцово-цинковой минерализации по формационной принадлежности.

Медно-свинцово-цинковый колчеданный в углеродисто-терригенных породах рудно-формационный тип (филизчайский). В качестве примера модели рассматриваемого типа приводится Холдинский рудный район (рис. 2).

Рудные районы данного типа эквивалентны структурно-формационным блокам, выполненным породами рудоносной формации [9]. Блоки представлены палеодепрессиями, состоящими из локальных впадин (одной и более), как правило, приуроченных к наиболее прогнутой части бассейна осадконакопления, приподнятым поперечным или диагональным блокам с повышенной мощностью рудовмещающей формации, возникающим на месте наиболее погруженных частей бассейна. Для рудовмещающей черносланцевой формации по разрезу и латерали характерна литолого-фациальная изменчивость, выраженная обычно различными объемами карбонатной, псаммитовой и углеродистой составляющих флишоидной углеродсодержащей терригенной толщи [5].

Площади рудных районов размером 100–500 км² определяются ареалами развития пород

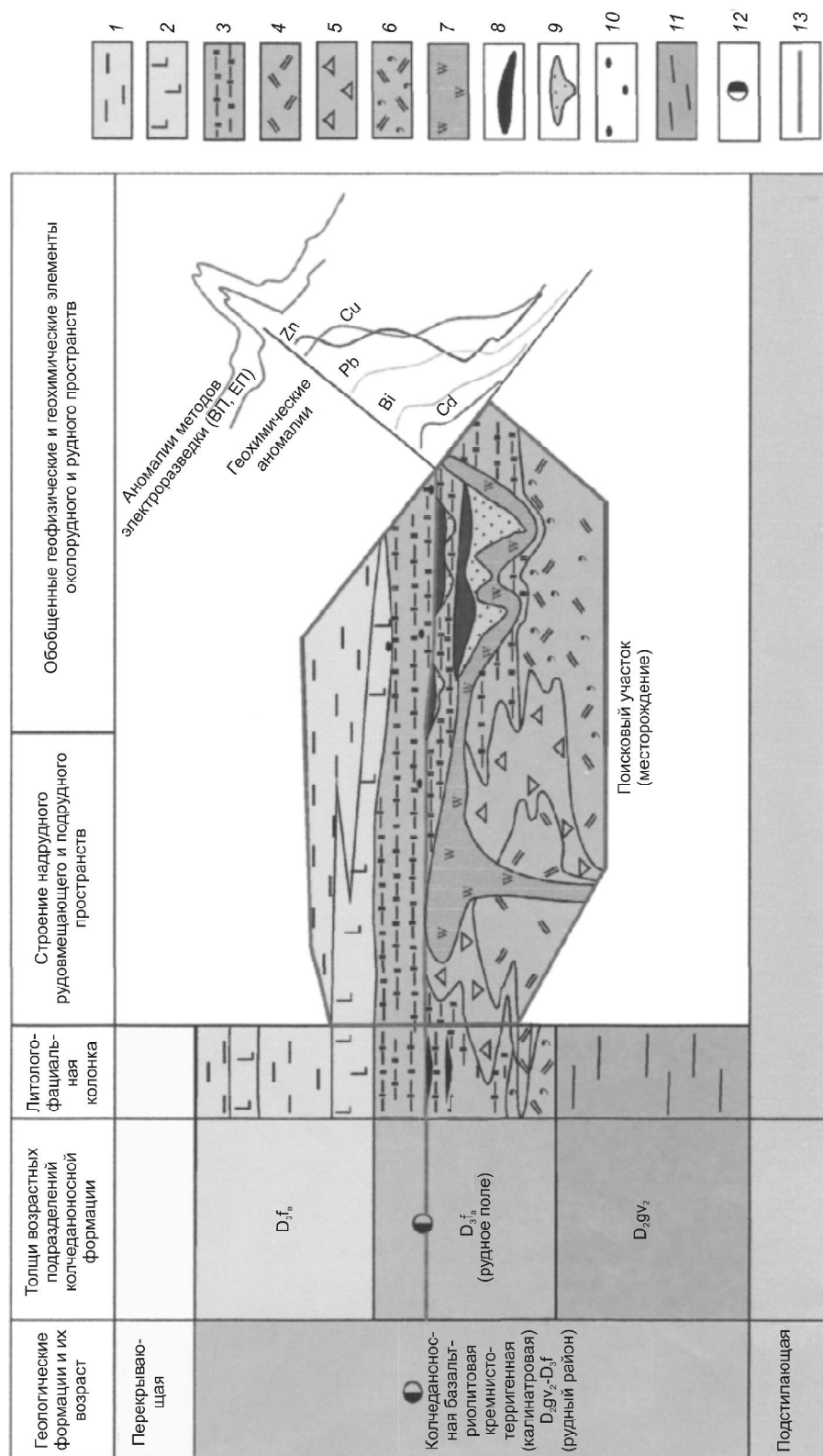


Рис. 1. Прогнозно-геологическая модель медно-свинцово-цинкового колчеданного месторождения рудноалтайского типа, Зmeinогорский рудный район:

надрудные толщи: 1 — алевриты и углистые алевриты; 2 — лавы и лавобрекции базальтов и андезитов; 3 — кремнистые алевриты, туффы кислого состава, фланиты; 4 — риолиты (калинатровые); 5 — лавы и лавобрекции риолитов; 6 — туффы кислого состава; 7 — метасоматические образования хлорит-серпентин-кварцевые; 8 — колчеданно-полиметаллические (медно-свинцово-цинковые) руды массивной структуры; 9 — медно-серно-колчеданная прожилково-вкрапленная руда; 10 — рудокласты; 11 — подрудная толща — нерасчлененная известково-кремнисто-терригенная базальтодерживающая формация (калиевая), продуктивная на свинцово-цинково-колчеданные месторождения; 12 — месторождения медно-свинцово-цинково-колчеданной формации; 13 — уровни рудолокализации с медно-свинцово-цинково-колчеданным оруденением

2. Прогнозно-поисковая модель рудного района рудноалтайского типа (на примере Змеиногорского района Рудного Алтая)

Элементы моделей	Признаки рудного района	
	Рудная формация	
	Медно-свинцово-цинковая колчеданная с барием	Барий-свинцово-цинковая колчеданная
1. Формационные		
1.1. Рудоносная геологическая формация	Известково-кремнисто-терригенная базальтсодержащая риолитовая (калиевая $K_2O/Na_2O \sim 2$)	Кремнисто-терригенная базальт-риолитовая (каликатровая $K_2O/Na_2O < 2$)
1.2. Перекрывающая формация	Кремнисто-терригенная базальт-риолитовая (каликатровая)	Флишодная (песчаниково-алевролитовая)
1.3. Подстилающая формация	Терригенно-карбонатная	Известково-кремнисто-терригенная базальтсодержащая риолитовая (калиевая)
2. Структурные	Вулканотектоническая депрессия, выполненная отложениями известково-кремнисто-терригенной базальтсодержащей риолитовой формации	Вулканотектоническая депрессия, выполненная отложениями кремнисто-терригенной базальт-риолитовой формации
3. Литофациальные	Толща переслаивания ритмично-слоистых туфов кислого состава, тефроидов, кремнисто-углистых и известковистых алевролитов удаленной и промежуточной зон; лав, лавобрекчий риолитов и их туфов, часто игнимбритоподобных (преобладают осадочные породы)	Толща переслаивания туфов, тефроидов, кремнистых алевролитов промежуточной и удаленной зон; лав, лавобрекчий риолитов, их туфов; характерно присутствие потоков базальтового состава (преобладают вулканогенные породы)
4. Метасоматические	Зоны кварц-серицитовых и кварц-серицит-хлоритовых метасоматитов (с пиритом)	
5. Минералогические	Месторождения, рудопроявления и точки минерализации галенит-сфалерит-пиритового состава	Месторождения, рудопроявления и точки минерализации халькопирит-галенит-сфалерит-пиритового состава
6. Геохимические	Ареалы развития комплексных геохимических аномалий	
7. Геофизические	Гравитационный минимум, осложненный локальными аномалиями повышенных значений Δg	
8. Эталонные месторождения	Змеиногорское, Зареченское, Среднее, Семеновское	Корбалихинское, Лазурское, Масляное

рудоносной формации, распространение которых ограничивается краевыми частями палеодепрессий. В современном структурном плане ряда структурно-формационных (металлогенических) зон (Ангари-Большепитская, Олокито-Делюн-Уранская и др.) рудовмещающие черносланцевые формации часто имеют крутонаклонное до субвертикального залегание, что из-за варьирующей мощности (от первых десятков до 1000 м) и различных эрозионных срезов при проведении среднемасштабных геологоразведочных работ затрудняет опознание формаций как потенциально продуктивные.

В табл. 3 приведены основные элементы геолого-поисковых моделей, учет которых необходим при выделении и оконтуривании рассматриваемых рудных районов. Перечисленные элементы моделей устанавливаются с помощью металлогенического,

структурного, фациально-формационного и палеотектонического анализов площадей металлогенических зон с продуктивными формациями, выполняемых на базе геологических карт м-ба 1:200 000, с привлечением материалов более крупномасштабных геологоразведочных, а также геофизических и геохимических работ. В итоге составляются базовые графические материалы, включающие структурно-формационную и прогнозную карты м-ба 1:200 000. Контур рудного района на прогнозной карте проводится по границе распространения пород продуктивной формации, в том числе и не выходящих на поверхность. При их выделении и оценке необходим учет степени деформированности рудовмещающих толщ и залегающих внутри них руд. По данному признаку прогнозируемые рудные районы разделяются на три группы:

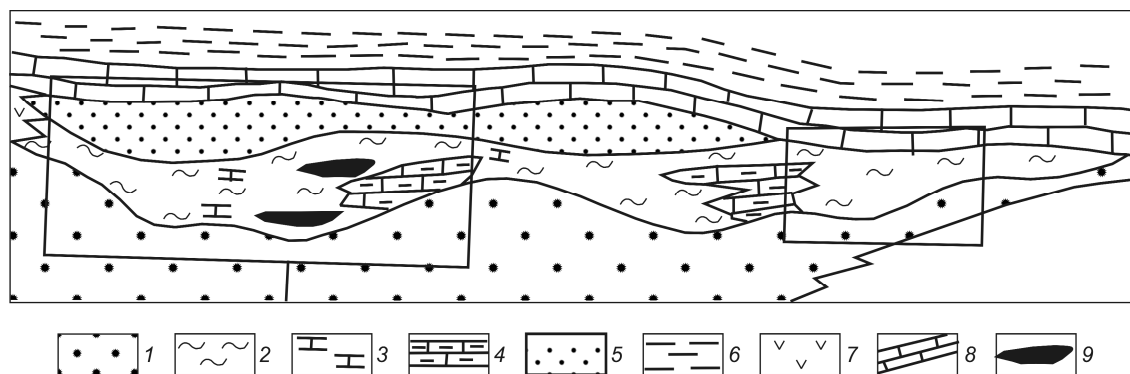


Рис. 2. Схема выделения рудных районов, перспективных на медно-свинцово-цинковые колчеданные руды в углеродисто-терригенных формациях (филизчайский тип):

формации: 1 — вулканогенно-терригенная, 2 — рудоносная углеродистая терригенно-флишоидная (черносланцевая); 3 — карбонатсодержащие углеродистые метapelиты; 4 — углеродсодержащие слюдисто-карбонатные породы; 5 — метатерригенные кварциты; 6 — графит-кварц-слюдистые сланцы; 7 — андезитобазальты; 8 — горизонты мраморизованных карбонатных пород; 9 — рудные залежи

с пологим залеганием пород и руд при хорошей сохранности первичных палеоструктур без существенных послерудных деформаций;

с интенсивными деформациями, но с относительно хорошей сохранностью первичных текстур пород и руд, а также палеоструктур, претерпевших изменение лишь пространственной ориентировки;

с интенсивными дислокациями и рассланцеванием пород, крутонаклонным (до опрокинутого)

залеганием рудовмещающих толщ и существенным искажением первичных палеоструктур.

В рудных районах второй и третьей групп поверхности эрозионного среза рудовмещающих толщ представляют случайные наклонные или субвертикальные сечения относительно первичного субгоризонтального залегания формации, вследствие чего информация для оценки потенциала рудоносности таких площадей может быть недостаточной.

3. Прогнозно-поисковая модель рудного района медно-свинцово-цинковой колчеданной в углеродисто-терригенных породах рудной формации (филизчайский тип)

Элементы модели	Признаки рудного района
1. Формационные	
1.1. Рудоконтролирующая формация	Углеродистая терригенно-флишоидная
1.2. Перекрывающая формация	Кластогенно-пелито-кремнистая
1.3. Подстилающая формация	Песчано-глинистая
2. Структурные	Бортовые или центральные части рифтогенных прогибов, контролируемых зонами конседиментационных разломов и сопряженных с ними разрывных нарушений, определяющих закономерности размещения и морфологию серии локальных впадин
3. Палеотектонические	Палеодепрессии с застойным режимом водообмена и повышенной мощностью углеродисто-терригенно-флишоидной формации
4. Геохимические	Геохимические аномалии Pb, Zn, Cu и других элементов
5. Минералогические	Наличие стратиграфо-литологических уровней с сингенетичной сульфидной минерализацией. Рудопроявления и точки минерализации пиритового, халькопиритового, галенит-сфалерит-пиритового составов; рудокласты и галька колчеданных руд; зоны баритизации и оксидных руд
6. Геофизические	Электроразведочные аномалии, гравитационные максимумы, локальные участки пониженных значений магнитного поля
7. Геохимические типы и составы руд	Медно-свинцово-цинковые колчеданные с барием. Рудные минералы: главные — барит, пирит, халькопирит, галенит, сфалерит; второстепенные — борнит, гематит, арсенопирит, блеклые руды и др.
8. Примеры месторождений	Филизчайское (Азербайджан), Холоднинское (Россия), Текели (Казахстан)

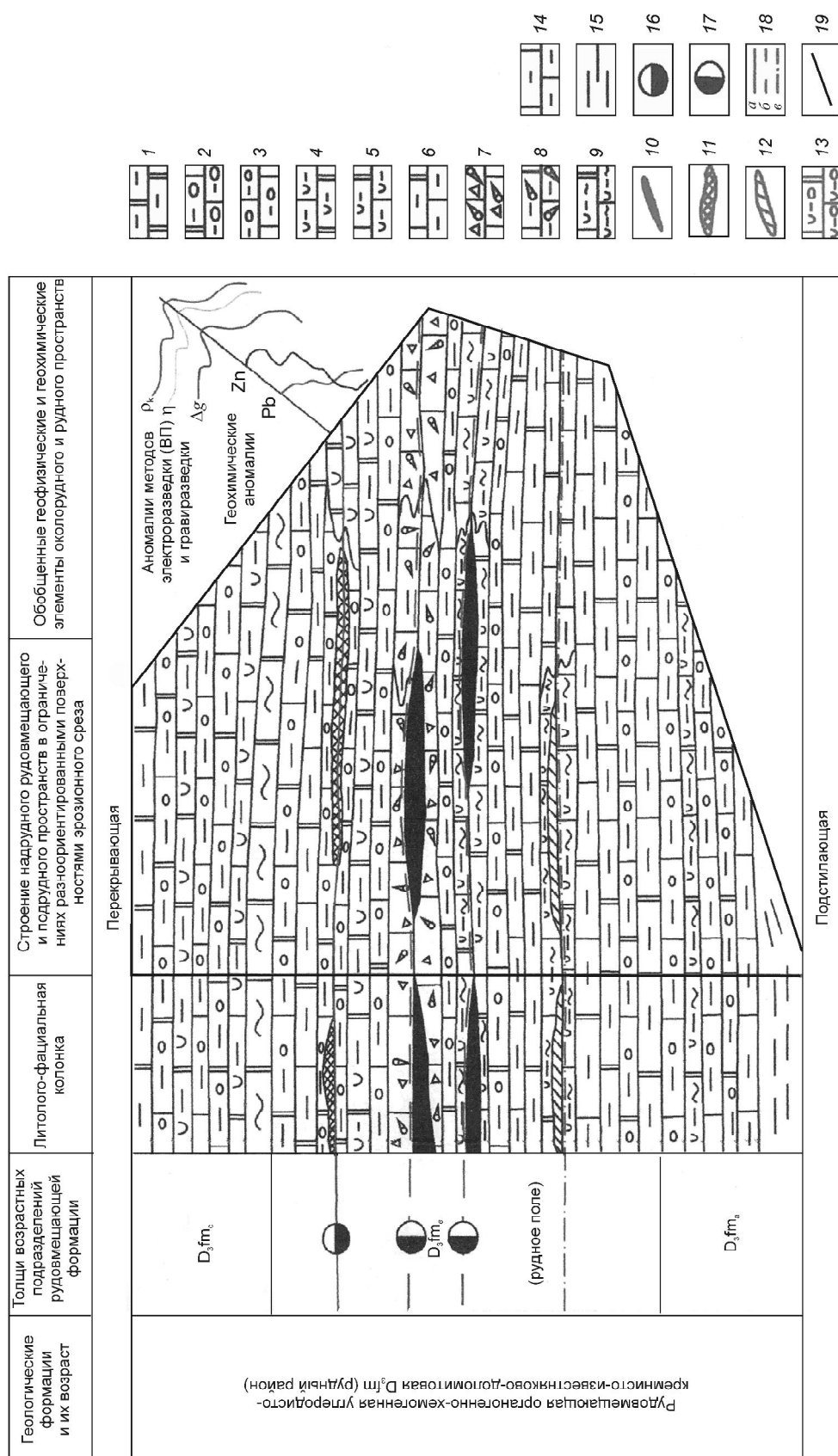


Рис. 3. Поисковые модели рудных районов, полей и месторождений мригалмсайского типа:

надрудные толщи: 1 — доломиты, 2 — известняки доломитистые комковатые, 3 — известняки доломитистые кремнистые, породы окорудного и рудного пространств: 6 — известняки доломитистые битуминозные слоистые, 7 — известняковые брекчи рифогенные, 8 — известняки рифогенные битуминозные, 9 — углеродисто-глинисто-кремнисто-карбонатные тонкослоистые породы, рудные залежи: 10 — свинцово-цинковые, 11 — барит-цинково-свинцовые, 12 — цинково-пиритовые; подрудные толщи: 13 — известняки доломитистые, кремнисто-битуминозные комковатые, 14 — известняки битуминозные слоистые, 15 — аргиллиты; месторождения: 16 — барит-цинково-свинцовый, 17 — свинцово-цинковая формация, 18 — свинцово-цинковые, 19 — линии поверхностей вариантов эрозийных срезов

4. Прогнозно-поисковая модель рудного района стратиформной свинцово-цинковой и барий-свинцово-цинковой в карбонатных породах рудной формации (миргалимсайский тип)

Элементы модели	Признаки рудного района
1. Геотектоническая позиция	Структурно-формационные блоки, представленные депрессиями, выполненными рудоносными формациями, отличающимися палеофациальными обстановками становления от прилегающих частей металлогенической зоны
2. Формационные	
2.1. Рудоносная геологическая формация	Мергельно-известняково-доломитовая, рифогенная, известняковая и известняково-доломитовая, терригенно-карбонатная
2.2. Перекрывающая формация	Мергельно-песчано-алевролитовая
2.3. Подстилающая формация	Прибрежно-морская песчано-алевролитовая
3. Структурные	Краевые части и склоны куполообразных поднятий и антиклиналей. Региональные разломы, определяющие размещение (в узлах пересечений) и конфигурацию рудных районов. Рифовые пояса, которые размещаются вдоль разломов
4. Литофациальные	Конседиментационные впадины с ограниченным водообменом (прибрежно-морская, лагунно-морская и зарифовая фациальные обстановки)
5. Минералогические	Месторождения, рудопроявления и точки минерализации со стратиформным свинцово-цинковым оруденением; наличие стратоуровней с сингенетичной сульфидной минерализацией
6. Геохимические	Геохимические ореолы Pb, Zn, Ba, Ag
7. Геофизические	Сопряженные геофизические аномалии, отражающие блоковое строение территории, палеодепрессии, барьерные рифы в сейсмическом и гравитационном полях
8. Эталонные месторождения	Миргалимсай (Казахстан), Сардана (Россия), Три-Стейтс (США)

Стратиформный свинцово-цинковый и барий-свинцово-цинковый в карбонатных породах рудно-формационный тип (миргалимсайский). Рудный район этого рудно-формационного типа эквивалентен структурно-формационному блоку, выполненному рудоносной (рудовмещающей) формацией (рис. 3). Обычно блоки представлены депрессиями, отличающимися от прилегающих частей металлогенической зоны палеофациальными обстановками становления рудоносной (рудовмещающей) и сопряженных с ней осадочных формаций, и ограничены поперечными разломами, пересекающими структурно-формационную зону [8].

В размещении рудных районов наблюдается связь с куполообразными поднятиями и антиклиналями. К склонам таких структур, часто ограниченных разломами, приурочены рудные районы многих провинций. Так, три рудных района Мид-континента США локализованы в субмеридиональной зоне поднятия Висконсин-Озарк, рудный район Верхнемиссисипской долины расположен в области свода Висконсин, районы Юго-Восточного Миссури и Три-Стейтс находятся на склонах сводовой структуры [12]. В пределах Майско-Кылахской зоны Сарданский рудный район тяготеет к склону Бас-Дьюкатского поднятия, рудные районы Каратауской зоны — к блокам разбитого разломами

антиклинория, а Учкулач-Гузанской — к участкам склона Курамино-Ферганского срединного массива, разделенным субмеридиональными разломами антитяньшанского типа.

Часто рудные районы контролируются региональными разломами, которые определяют их расположение, а нередко и конфигурацию. Так, рудный район Юго-Восточного Миссури контролируется разломами северо-западного простирания, с которыми сопряжена серия северо-восточных разрывов. В их пределах размещается полоса рудной минерализации, ориентированная поперечно по отношению к рудоносной площади в целом. Рудные районы Учкулач-Гузанской зоны находятся вблизи узлов, образованных пересечениями субширотных и субмеридиональных разломов антитяньшанского типа. В Каратауской зоне Ачисайский и Баджансайский рудные районы тяготеют к главному Каратаускому разлому и сопряженным с ним разрывам, вдоль которых нередко размещаются рифовые пояса, контролирующие оруденение в породах карбонатной рифогенной формации. В частности, пояса барьерных рифов большой протяженности контролируют положение месторождений и рудопроявлений Прибайкальского пояса. К барьерным рифам, локализующимся вдоль региональных разломов, приурочены район Пайн-Пойнт в Канаде, руд-

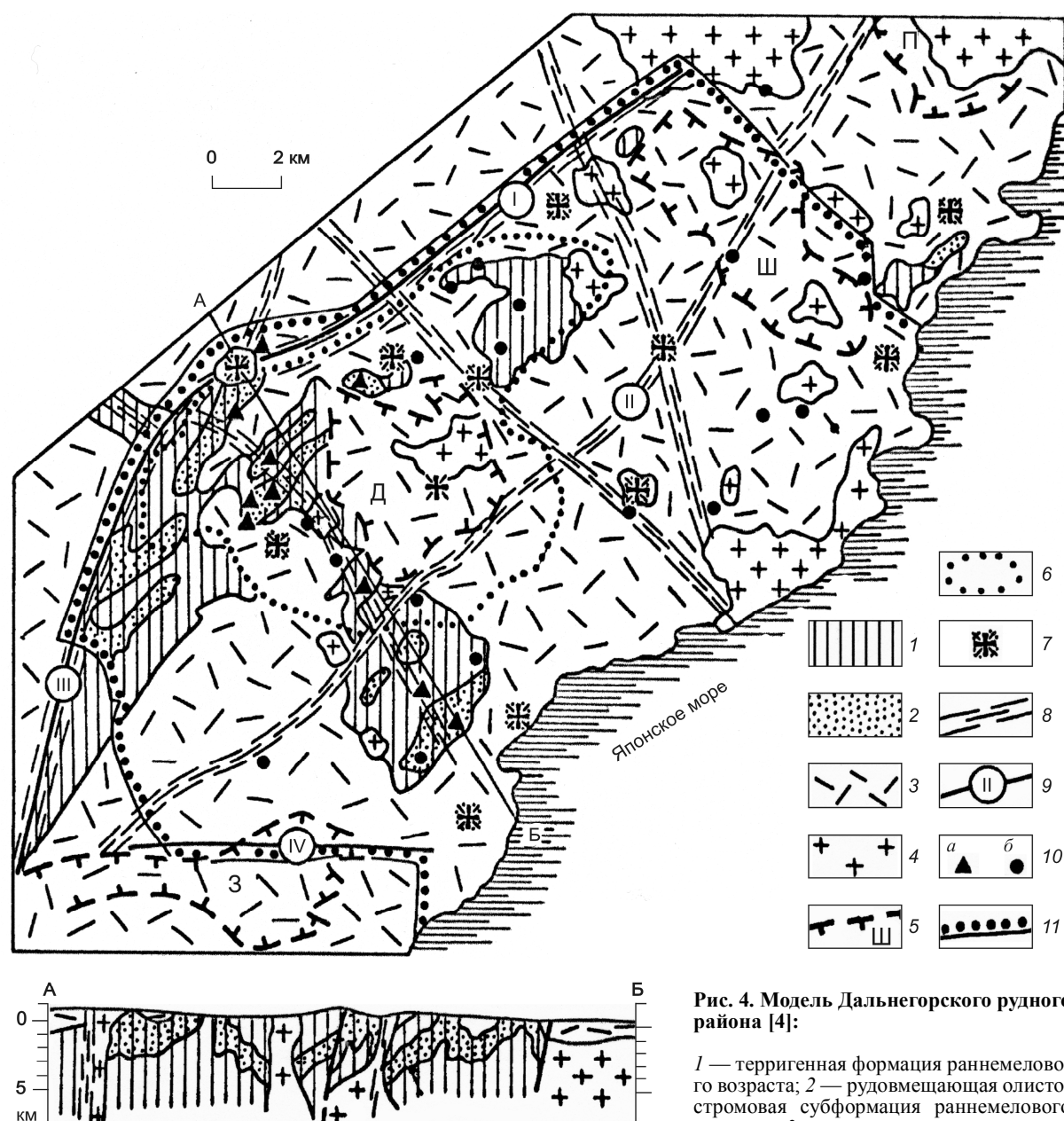


Рис. 4. Модель Дальнегорского рудного района [4]:

1 — терригенная формация раннемелового возраста; 2 — рудовещающая олистостромовая субформация раннемелового возраста; 3 — вулканогенная и вулканогенно-осадочная формация позднеме-

лового-палеогенового возраста; 4 — позднемеловые интрузии гранитного, гранодиоритового и диоритового составов; 5 — полигенные вулканоплутонические депрессии (П — Пластунская, Ш — Шептунская, Д — Дальнегорская, З — Зеркальнинская); 6 — проекции Дальнегорской глубинной интрузивно-купольной структуры; 7 — палеовулканические структуры (палеовулканы, кальдеры периферические, экструзивно-купольные поднятия); 8 — зоны консолидационных швов (глубинные разломы); 9 — разломы (I — Черемуховый, II — Второй Прибрежный, III — Нежданковский, IV — Зеркальнинский); 10 — месторождения и рудопроявления: (а — скарнового, б — жильного и прожилково-вкрапленного типов); 11 — граница Дальнегорского свинцово-цинкового рудного района

ные районы Олд-Лед-Белт и Вибурнум-Белт (Юго-Восточное Миссури) и Гайс-Ривер в Южно-Аппалачской металлогенической зоне [12].

Площади рудных районов оконтуриваются по ареалам развития рудоносных формаций и составляют 100–1000 км². Их выделение проводится по

признакам, указанным в табл. 4. Приведенные признаки рудных районов могут быть выявлены в результате прогнозно-металлогенических исследований с составлением специализированных карт м-ба 1:200 000 на структурно-формационной основе с использованием результатов геологоразведоч-

5. Количественные модели свинцово-цинковых месторождений в карбонатных породах, часто со скарнами

Запасы Pb и Zn, млн. т			Запасы руды, млн. т				Содержание (Pb+Zn), %				
Особо крупные*	Крупные от-до среднее	Рядовые от-до среднее	Мелкие*	Особо крупные*	Крупные от-до среднее	Рядовые от-до среднее	Мелкие*	Уникаль- ные*	Богатые от-до среднее	Рядовые от-до среднее	Бедные*
>4,2	$\frac{0,8-4,2}{0,85}$	$\frac{0,06-0,8}{0,2}$	≤0,06	>33,0	$\frac{5,0-33,0}{8,5}$	$\frac{0,9-5,0}{3,0}$	≤0,9	>7,0	$\frac{11,1-27,0}{16,0}$	$\frac{4,5-11,1}{7,2}$	≤4,5
	0,5**				4,5**				11,0**		

* Приведены граничные значения.

** Средние значения запасов руды, суммы Pb и Zn, их содержаний по выборке из 45 объектов.

ных работ м-ба 1:50 000. Базовыми картографическими материалами служат структурно-формационные прогнозные карты.

Свинцово-цинковый в карбонатных породах, часто со скарнами рудно-формационный тип (приаргунский). В региональном плане месторождения рассматриваемого типа приурочены к вулканоплутоническим поясам с отчетливо проявленным двухъярусным строением. Нижний структурный этаж представлен терригенными, кремнисто-терригенно-карбонатными и карбонатными формациями, верхний — вулканогенными и вулканогенно-осадочными. Месторождения скарнового типа локализуются на контактах силикатных и карбонатных пород нижнего структурного этажа.

В Дальнегорском рудном районе (Приаргунская провинция) (рис. 4) рудные тела скарновых (скарнированных) месторождений тяготеют к блокам, сложенным преимущественно карбонатными и углеродисто-кремнисто-карбонатными формациями, насыщенными гиповулканическими — субвулканическими и интрузивными фациями пород трахириолит-трахиандезитовой и гранитоидной формаций. На контакте доломитовых известняков фундамента и щелочных гранитов развиваются гранат-пироксеновые скарны с полиметаллическими рудами. На удалении от них в относительно чистых известняках полиметаллические руды скарнами не сопровождаются. Руды представлены сфалеритом, галенитом, арсенопиритом, пиритом, блеклыми рудами, реже халькопиритом и пирротинном. Среднее отношение свинца к цинку 1:1. Рудные тела разнообразны по форме, представлены сложными трубами, штоками, линзообразными залежами и жилами. Их размеры по простиранию 200–300 м, по падению 100–600 м, мощность от 0,5 до 70 м. Основные количественные модельные параметры отражены в табл 5.

Типовые обстановки нахождения рудных районов приаргунского типа — это крупные тектонические блоки фундамента массивов, сложенные породами углисто-кремнисто-карбонатной формации, пронизанные гиповулканическими — субвулканическими трещинными телами лампрофиров, диоритов, сиенито-диоритов, щелочных гранитов орогенной трахириолит-трахиандезитовой формации, обрамленные наложенными терригенными (нижний этаж) и вулканогенными (верхний этаж) впадинами чехла (см. рис. 4).

Прогнозно-поисковая модель рудного района приаргунского рудно-формационного типа приведена в табл. 6.

Свинцово-цинковый серебросодержащий жильный в разнообразных породах рудно-формационный тип (садонский). В качестве примера рассматрива-

6. Прогнозно-поисковая модель рудного района свинцово-цинковой в карбонатных породах, часто со скарнами рудной формации (приаргунский тип)

Элементы модели	Признаки рудного района
1. Формационные	
1.1. Рудоносная формация	Углисто-кремнисто-карбонатная, также рифогенная, олистостромовая карбонатная
1.2. Перекрывающая формация	Вулканогенно-осадочная (для Дальнегогорского рудного района — риолит-андезитовая)
1.3. Подстилающая формация	Карбонатно-терригенная, терригенная (кварцито-глиноземисто-сланцевая)
2. Структурные	Крупные тектонические блоки фундамента
3. Магматические	Разнообразные интрузивные образования трахириолит-трахиандезитовой и гранитоидной формаций
4. Геохимические	Геохимические аномалии Pb, Zn, Ag, Bi, Sn
5. Минералогические	Месторождения, рудопоявления, точки минерализации и шлиховые ореолы минералов Pb, Zn, Ag, Bi, Sn
6. Геофизические	Комплексные геофизические, гравиметрические и магнитные аномалии

ется Садонский рудный район, который входит в Садонский свинцово-цинковый рудный пояс, расположенный в пределах альпийской геосинклинальной складчатой системы Большого Кавказа [3]. По данным Е.М.Некрасова и других исследователей, главная рудоконтролирующая структура — Садоно-Унальский горст-антиклинорий (рис. 5) — имеет

двухъярусное строение. Нижний ярус — фундамент альпийской складчатой системы — сложен средне-палеозойскими гранитами, фациально сменяющимися диоритами и кварцевыми диоритами, в меньшей степени распространены кристаллические сланцы и амфиболиты (докембрий — ранний палеозой). Граниты фундамента вмещают главные место-

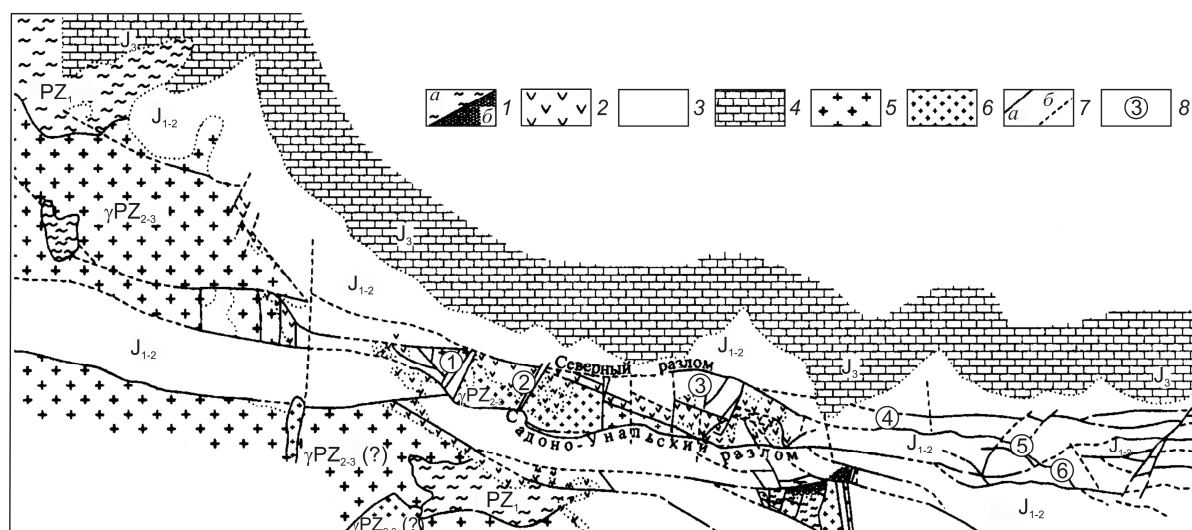


Рис. 5. Схема геологического строения Садонского рудного района:

1 — кристаллические сланцы и гнейсы (а — нижнепалеозойские, б — каменноугольные кварциты); 2 — нижнеюрские покровные кератофиры; 3 — ниже-среднеюрская алевролитово-глинистая толща; 4 — верхнеюрские известняки; 5 — средне-позднепалеозойские граниты; б — предкембрийские (?) гранодиориты; 7 — разрывные нарушения (а — прослеженные; б — предполагаемые); 8 — месторождения (1 — Згид, 2 — Садон, 3 — Левобережное, 4 — Кадат, 5 — Хинаком, 6 — Какадур)

7. Прогнозно-поисковая модель рудного района свинцово-цинковой серебросодержащей жильной в разнообразных породах рудной формации (садонский тип)

Элементы модели	Признаки рудного района
1. Формационные 1.1. Рудоносная рудогенерирующая формация 1.2. Рудовмещающие образования	Среднепалеозойские гранитоиды, слагающие фундамент альпийской складчатой системы Граниты, кварцевые альбитофиры, реже диориты и кварцевые диориты, а также песчаники и сланцы юрского возраста
2. Структурные 2.1. Рудоносные структуры 2.2. Разрывные рудоносные нарушения	Горст-антиклинорий, представляющий собой цепь поднятий близширотного и северо-западного направлений Разлом северо-западного (330°) направления с падением на юго-запад под углами 70–80°, осложненный разломами северо-восточного простирания
3. Метасоматические	Серицитизация, окварцевание, хлоритизация, а также карбонатизация и сульфидизация
4. Геохимические	Геохимические аномалии Pb, Zn, Ag, Bi, Sn, Mn
5. Минералогические	Россыпи, шлиховые ореолы пирита, халькопирита, галенита, висмутитина, пирротина, арсенопирита

рождения. Расположенный выше структурный ярус представлен складчатым комплексом терригенных и вулканогенных пород юрского возраста, а верхний — перекрывающими их нижнемеловыми терригенно-карбонатными отложениями. Садоно-Унальский горст-антиклинорий образован цепью поперечных поднятий, заключенных между продольными разломами. На участке месторождения Садоно-Унальский разлом меняет простирание с близширотного на северо-западное (330°) и падает на юго-запад под углами 70–80°. Определенное влияние на локализацию оруденения, как отмечают многие исследователи, оказывает система разломов запад–северо-западного, северо-западного и северо-восточного направлений, сочленяющихся с Садоно-Унальским региональным разломом. Северо-восточные нарушения возникли в период накопления вулканитов. Они вмещают субвулканические тела кварцевых альбитофиров и трубообразные тела эруптивных брекчий порфиритов. Разломы этого направления — главные рудовмещающие нарушения на многих месторождениях Садонского рудного района.

Основными рудовмещающими породами служат палеозойские граниты, реже альбитофиры (Садонское, Архонское, Холстинское и Згидское месторождения). Месторождения Левобережное, Кадат, Какадур, Хинаком сосредоточены в юрских песчаниках и сланцах, Джимидонское — в докембрийских метаморфических сланцах.

Рудные тела представлены жилами и прожилково-вкрапленными зонами. Руды просты по минеральному составу. Рудные минералы — арсенопирит, пирит, сфалерит, галенит, пирротин, мельнико-

вит, марказит, халькопирит; редко отмечаются аргентит, висмутин, буланжерит, магнетит, жильные — кварц, хлорит, кальцит, мангансидерит, доломит. Верхние части рудных жил слабо окислены, содержат малахит, азурит, халькантит, церуссит, смитсонит, самородную медь. Текстуры руд массивные, полосчатые, реже прожилково-вкрапленные, структуры — зернистые, коррозионные.

Последовательность рудоотложения определяется наличием четырех минеральных ассоциаций, разделенных в результате внутрирудных тектонических движений и отвечающих кварцево-пиритовой, галенит-сфалеритовой, кварц-хлоритовой, хлорит-кальцитовой стадиям минерализации. Околорудные изменения зависят от состава вмещающих пород. Основные типы процессов — серицитизация, окварцевание, хлоритизация, а также карбонатизация и сульфидизация.

Рудные минералы содержат на Садоне обычный набор элементов-примесей. В галенитах обнаружены Ag, Cu, Sb, Bi, Zn, Co, в сфалеритах — Cu, Pb, Cd, Co, в пиритах — Sb, Ni, Co, Pb, Zn, Mo, As, Bi, Ag. По минеральному составу месторождения садонского типа сходны, в рудах преобладают сфалерит и галенит. Различия проявляются в количествах и составе сульфидов железа. В одних месторождениях преобладает пирротин (Садон, Холст, Лидовское и др.), в других развит пирит (Сардоб, Каменское, Какадур, Хинаком и др.). Как правило, значительная роль в рудах принадлежит кварцу, но на отдельных месторождениях (Згид, Кер д'Ален) в существенных количествах присутствует карбонат. Роль меди в целом для данного типа незначительна.

Свинцово-цинковые жилы в ряде случаев пространственно ассоциируют с залегающими на более низких горизонтах стратиформными телами свинцово-цинковых руд, поэтому могут рассматриваться как поисковый признак этих тел. Обобщенная прогнозно-поисковая модель рудного района (садонский тип) приведена в табл. 7.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Кривцов А.И., Мигачев И.Ф.* Металлогения андезитовидных вулканоплутонических поясов. – М.: ЦНИГРИ, 1997. Ч. 1.
2. *Кудрявцева Н.Г.* Ряды рудных формаций месторождений цветных и благородных металлов в различных геодинамических обстановках Юго-Западного Алтая // Отечественная геология. 2001. № 6. С. 44–52.
3. *Методические основы прогноза и поисков свинцово-цинковых месторождений* / Д.И.Горжевский, Н.К.Курбанов, Е.И.Филатов и др. – М.: Недра, 1987.
4. *Методическое руководство по оценке прогнозных ресурсов алмазов, благородных и цветных металлов.* Вып. «Свинец и цинк» / Г.В.Ручкин, В.Д.Конкин, А.И.Донец и др. – М.: ЦНИГРИ, 2002.
5. *Попов В.В., Стучевский Н.И., Демин Ю.И.* Полиметаллические месторождения Рудного Алтая. – М.: ИГЕМ РАН, 1995.
6. *Прогнозно-поисковые комплексы.* Вып. IV. Комплексирование работ по прогнозу и поискам месторождений свинца и цинка в вулканогенных формациях. Методические рекомендации / Отв. ред. Е.И.Филатов. – М.: ЦНИГРИ, 1983.
7. *Прогнозно-поисковые комплексы.* Вып. VII. Комплексирование работ по прогнозу и поискам месторождений свинца и цинка в вулканогенных формациях. Методические рекомендации / Отв. ред. А.И.Кривцов, Н.К.Курбанов. – М.: ЦНИГРИ, 1984.
8. *Прогнозно-поисковые комплексы.* Вып. VIII. Комплексирование работ по прогнозу и поискам стратиформных месторождений свинца и цинка в карбонатных формациях. Методические рекомендации / Отв. ред. Д.И.Горжевский. – М.: ЦНИГРИ, 1985.
9. *Прогнозно-поисковые комплексы.* Вып. XXI. Комплексирование работ по прогнозу и поискам колчеданно-полиметаллических месторождений в докембрийских углеродисто-терригенных комплексах. Методические рекомендации / Отв. ред. А.И.Кривцов. – М.: ЦНИГРИ, 1987.
10. *Филатов Е.И.* Полиметаллические месторождения фанерозоя. – М.: Недра, 1986.
11. *Филатов Е.И., Ширай Е.П.* Формационный анализ рудных месторождений. – М.: Недра, 1988.
12. *Carbonate-hosted lead-zinc deposits* / D.S.Sangster // Econ. Geol. Special publication number 4. 1996.