

Особенности и условия накопления вулканогенно-осадочных отложений нижнего кембрия (Салаирский кряж)

Т.В.СЕРАВИНА, А.В.ИНЯКИН, В.В.КУЗНЕЦОВ (Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1),
О.В.МУРЗИН (Акционерное общество «Сибирский научно-исследовательский институт геологии, геофизики и минерального сырья» (АО «СНИИГГИМС»); 630091, г. Новосибирск, Красный проспект, 67),
М.Р.ЗАЯТДИНОВ, А.А.КОНКИНА, Н.Г.КУДРЯВЦЕВА (Федеральное государственное унитарное предприятие Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ФГУП ЦНИГРИ); 117545, г. Москва, Варшавское шоссе, д. 129, корп. 1)

Установлено, что вулканогенные отложения нижнего кембрия Салаирского рудного района (Салаирский кряж) относятся к двум геологическим формациям натриевого ряда – нижней последовательно дифференцированной базальт-андезит-риолитовой и верхней – контрастной базальт-риолитовой. Вулканогенно-осадочные породы данных формаций соответствуют двум циклам вулканической активности в районе. В палеоструктурном плане рудный район представляет собой обширную вулканотектоническую депрессию, осложненную вулканическими впадинами, соответствующими рудным полям. Оконтурены рудные поля нижнего (Ускандинское, Сухарноложское и Ключевское) и верхнего (Салаирско-Камеушинское и Урское) уровней. Рудные поля занимают надвулканическое положение по отношению к вулканическим постройкам. Полиметаллические и колчеданно-полиметаллические месторождения по комплексу характеристик относятся к колчеданным месторождениям в вулканогенных ассоциациях (VHMS). Стратиформные руды пространственно и генетически связаны с вулканизмом и локализованы преимущественно в породах промежуточных и удаленных фаций вулканизма.

Ключевые слова: Салаирский кряж, Салаирский рудный район, колчеданно-полиметаллические месторождения, вулканогенно-осадочные породы, вулканотектоническая депрессия.

Серавина Татьяна Валерьевна
Инякин Алексей Валерьевич
Кузнецов Владимир Вениаминович
Мурзин Олег Владимирович
Заятдинов Марсель Ренатович
Конкина Анастасия Александровна
Кудрявцева Нелли Георгиевна



tanyaseravina@gmail.com

okt@tsnigri.ru
geology@sniiggims.ru
mr.zayatdinov@yandex.ru
nkonkina@yandex.ru

Features and conditions of accumulation of volcanogenic-sedimentary rocks of the lower Cambrian (Salair ridge)

T.V.SERAVINA, A.V.INYAKIN, V.V.KUZNETSOV, O.V.MURZIN, M.R.ZAYATDINOV, A.A.KONKINA, N.G.KUDRYAVTSEVA

It was established that the volcanogenic rocks of the lower Cambrian of the Salair ore district (Salair ridge) belong to two geological formations of the sodium series – the lower consistently differentiated basalt-andesite-rhyolite and the upper contrast basalt-rhyolite. Volcanic-sedimentary rocks of these formations correspond to two cycles of volcanic activity in the area. In terms of paleostructure, an ore district is an extensive volcanic-tectonic depression, complicated by volcanic depressions corresponding to the ore fields. Uskandinskoe, Suharnolozhskoe and Kliuchevskoe ore fields (the lower level) and Salair-Kamenushinskoe and Urskoe (the upper level) were singled out and delineated. The ore fields occupy supravolcanic position in relation to volcanic structures. Polymetallic and pyrite-polymetallic deposits have a complex of characteristics related to the massive sulfide deposits in volcanic associations (VHMS). Stratiform ore is spatially and genetically associated with volcanism and localized mainly in rocks of intermediate and remote volcanic facies.

Key words: Salair ridge, Salair ore district, massive sulfide polymetallic deposits, volcanogenic-sedimentary rocks, volcano-tectonic depression.

Салаирский рудный район – один из старейших российских регионов добычи цветных и благородных металлов. Здесь известны многочисленные колчеданно-полиметаллические месторождения с золотом и серебром, которые по комплексу характеристик относятся к колчеданным месторождениям в вулканогенных ассоциациях (VHMS) [9].

Рудный район является частью Салаирской металлогенической зоны и расположен в ее северо-восточной части, представляя собой фрагмент Бердовско-Ельцовской складчатой зоны. Согласно изданной карте (лист N-45) масштаба 1:1 000 000 [1], геологическая структура Салаира формировалась в различных геодинамических обстановках в несколько этапов: позднепермский, представленный фрагментами океанических прогибов, поднятий и островных дуг; вендский, характеризующийся перерывом в осадконакоплении; ранне-среднекембрийский, включающий формирование островных дуг и окраинноморских (междуговых) бассейнов и Салаирского ВПП; среднекембрийско-раннеордовикский, с которым связаны закрытие окраинноморских бассейнов, формирование надвигов, офиолитовых аллохтонов и др.; поднекембрийско-силурийский, который отвечал режиму пассивной континентальной окраины; раннедевонский и ранне-среднедевонский, являющиеся определяющими для заложения и эволюции вулканоплутонических поясов; среднедевонско-раннекаменноугольный, отвечающий одноименному бассейну. Раннекаменноугольно-позднепермский, раннемезозойский и средне-позднемезозойский коллизионные этапы соответствуют накоплению отложений угленосных формаций.

Салаирский рудный район соответствует Урско-Бачатскому блоку, представляющему собой крупную вулканотектоническую структуру, ограниченную с северо-востока и юго-запада разрывными нарушениями. Сложен он вулканогенными, вулканогенно-осадочными и карбонатными породами, сформированными на ранней стадии развития островной дуги, и среднекембрийско-нижнеордовикскими вулканогенно-осадочными образованиями поздней стадии (В.Н.Токарев, 2004). Стратифицированные образования прорваны субвулканическими телами риолитов, габбродиоритов печеркинского комплекса.

Все известные на Салаире колчеданно-полиметаллические месторождения и рудопоявления приурочены к данным вулканогенно-осадочным и субвулканическим образованиям.

Изучение условий накопления вулканогенно-осадочных отложений нижнего кембрия, их литолого-фациального, петрохимического, палеоструктурного анализов, а также обстановок локализации колчеданных месторождений позволило авторам обосновать неоднородность вулканогенно-осадочного разреза и циклический характер проявления вулканической активности в нижнем кембрии.

Проведенный палеофациальный анализ вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных отложений нижнего кембрия показал, что Салаирская вулканотектоническая депрессия была сформирована в два этапа, которым соответствуют два цикла проявления вулканической активности в районе.

На *первом этапе* на позднепермско-раннекембрийском основании заложилась крупная вулканотектоническая депрессия, выполненная вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации (см. рисунки 1 и 2). Мощность вулканитов в наиболее прогнутых частях достигает 3000 м. Вулканотектоническая депрессия характеризуется относительно пологими бортами, угол наклона которых не превышает 30°. В составе пород последовательной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации преобладают кислые разности вулканитов, средние и основные наблюдаются в подчиненном количестве. Депрессия осложнена более мелкими вулканическими впадинами, определяющими положение рудных полей, вмещающих известные в настоящее время месторождения и рудопоявления. Характерно, что в их пределах роль средних и основных пород резко возрастает, что, по-видимому, определяет профиль оруденения (медно-колчеданный и медно-цинково-колчеданный).

Из диаграммы кислотность-щелочность ($\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O} + \text{N}_2\text{O}$) (рис. 3) видно, что породы основного состава представлены базальтами (реже трахибазальтами), среднего – андезитами, а кислого – преимущественно низкощелочными риолитами, риодацитами, дацитами и нормального ряда – риолитами, риодацитами и дацитами.

Во всех разностях вулканогенных пород резко преобладает Na_2O над K_2O , поэтому они относятся к натриевой серии, причем кислые разности характеризуются более высокими содержаниями натрия от 3,5 до 7% и значительной кальциевой составляющей, а основные и средние содержат Na_2O от 1 до 3,5%. Незначительная часть пород попадает в область калиево-натриевой серии и единичные породы в область калиевой, что не меняет общей петрохимической характеристики этой группы вулканитов и, скорее всего, связано со значительными вторичными изменениями.

Таким образом, рудные поля (Ускандинское, Сухарноложское и Ключевское), сформировавшиеся в первый этап вулканической активности, выполнены продуктами натровой последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации. Последняя характеризуется повышенной железистостью пород кислого состава и известковистостью среднего и основного состава при невысоких содержаниях магния. К вулканогенным породам данной формации приурочен нижний (первый) уровень оруденения.

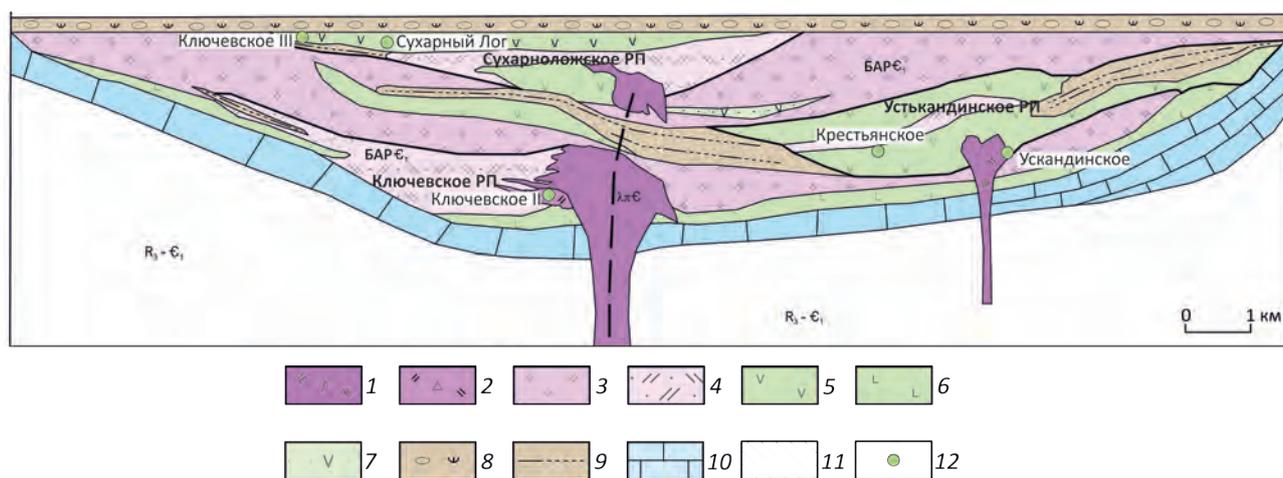


Рис. 1. Геометризованная модель (палеорекострукция) Салаирского рудного района на время отложения последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой формации (ранний этап вулканизма):

фации вулканогенных пород: кислого состава: группа фаций: 1 – жерловой зоны: афировые риодациты, 2 – околожерловой зоны: лавобрекчии риодацитов, 3–4 – промежуточной зоны: 3 – лавы риодацитов с прослоями и линзами вулканогенно-осадочного и осадочного материала удаленных зон, 4 – мелкообломочные туфы риодацитового состава с прослоями и линзами, туффитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон; *основного и среднего составов:* 5–7 – группа фаций промежуточной зоны: 5 – лавы андезитов с прослоями вулканогенно-осадочного и осадочного материала удаленных зон, 6 – лавы базальтов, 7 – туфы андезитового состава с прослоями и линзами туффитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон; **фации вулканогенно-осадочных пород:** *удаленная зона:* 8 – чередование туффитов, туфопесчаников, туфоалевролитов, туфогравелитов, туфоконгломератов, 9 – чередование алевролитов, аргиллитов, алевропесчаников и песчаников, 10 – известняки; 11 – породы фундамента; 12 – медно-цинково-колчеданные, медно-колчеданные месторождения

В последующем произошло выравнивание рельефа морского дна и накопление толщи туфогенно-терригенно-карбонатных пород, представленных переслаиванием известняков, доломитов, песчаников, алевролитов и реже туфов кислого состава нижнего кембрия [1]. Данные отложения являются промежуточными между первым (ранним) и вторым (поздним) этапами вулканической активности региона и могут рассматриваться в качестве субформации первого (раннего) цикла.

На *втором (позднем) этапе* были образованы вулканические депрессии, выполненные вулканогенными и вулканогенно-осадочными отложениями контрастной базальт-риолитовой формации (см. рисунки 2 и 4), а также археоциатовые и водорослевые рифогенные постройки. Депрессии размером порядка 6–8 км при мощности вулканогенных отложений контрастной формации 500–700 м (с увеличением мощности в центральном сечении).

Заложение впадин второго уровня происходило в результате прогибания вулканогенных образований в краевых частях вулканотектонической депрессии первого уровня и увеличения их мощности в центральной части.

На диаграммах кислотности-щелочности ($\text{SiO}_2 - \text{K}_2\text{O} + \text{NO}_2\text{O}$) видно (рис. 5), что породы основного состава соответствуют нормальному и умеренно-щелочному ряду и представлены базальтами и андезибазальтами. Единичный образец соответствует щелочному ряду. Кислые породы – риолиты, риодациты и дациты – относятся к низкощелочному ряду. Редкие пробы соответствуют риолитам нормального ряда. Все разности вулканогенных пород характеризуются резким преобладанием Na_2O над K_2O и относятся к натриевой серии, причем в отличие от нижнего уровня для кислых разностей более характерны низкие содержания Na_2O , чем в основных. Все вулканыты этого этапа содержат высокие концентрации железа. Незначительная часть пород попадает в область калиево-натриевой серии и единичные породы – в область калиевой, что не меняет общей петрохимической характеристики этой группы вулканитов.

Таким образом, вулканогенные породы Салаирского рудного района относятся к двум натриевым формациям: непрерывной базальт-андезит-дацит-риолитовой и контрастной базальт-риолитовой.

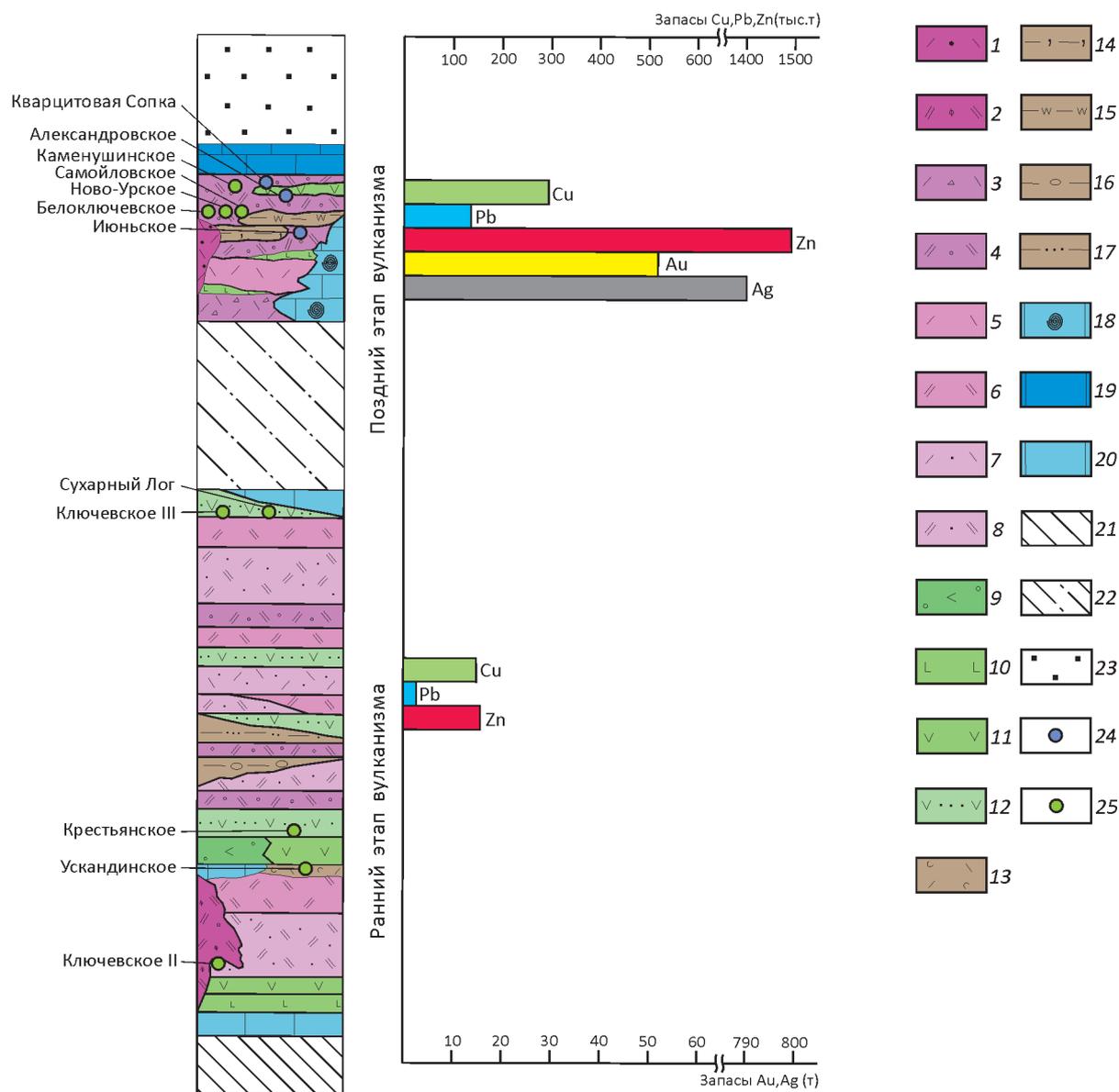


Рис. 2. Литолого-фациальная колонка вулканогенно-осадочных отложений Салаирского рудного района и их продуктивность:

фации вулканогенных пород: *кислого состава:* группа фаций: 1–2 – жерловой зоны: 1 – крупновкрапленные риолиты, 2 – риодациты афировые, 3–4 – околожерловой зоны: 3 – лавобрекчии риолитов, 4 – грубообломочные туфы риодацитового состава с прослоями и линзами мелкообломочных туфов, туфогравелитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон, 5 – промежуточной зоны: лавы риолитов, 6 – лавы риодацитов с прослоями вулканогенно-осадочного и осадочного материала удаленных зон, 7 – мелкообломочные туфы риолитового состава с прослоями и линзами, туфитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон, 8 – мелкообломочные туфы риодацитового состава с прослоями и линзами туфитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон; *основного и среднего состава:* группа фаций: 9 – околожерловой зоны: туфы андезибазальтового состава, 10 – промежуточной зоны: лавы базальтов, 11 – лавы андезитов с прослоями вулканогенно-осадочного и осадочного материала удаленных зон, 12 – туфы андезитового состава с прослоями и линзами туфитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон; **фации вулканогенно-осадочных пород:** *удаленная зона:* 13 – чередование туфов кислого состава, туфопесчаников, туфоалевролитов, 14 – переслаивание туфопесчаников, туфоалевролитов и кремнистых алевролитов, 15 – переслаивание туфопесчаников, туфоалевролитов и углистых алевролитов, 16 – чередование алевролитов, песчаников, гравелитов и конгломератов, 17 – чередование алевролитов, аргиллитов, алевропесчаников и песчаников, 18 – преимущественно археациатовые органогенные известняки гавриловской свиты, 19 – известняки анчешевского горизонта, 20 – известняки; 21 – породы фундамента; 22 – туфогенно-терригенно-карбонатные образования, разделяющие ранний и поздний этап вулканизма и рудообразования; 23 – надрудные нерасчлененные образования; 24 – колчеданно-полиметаллические, колчеданно-барит-полиметаллические месторождения; 25 – медно-цинково-колчеданные, медно-колчеданные месторождения

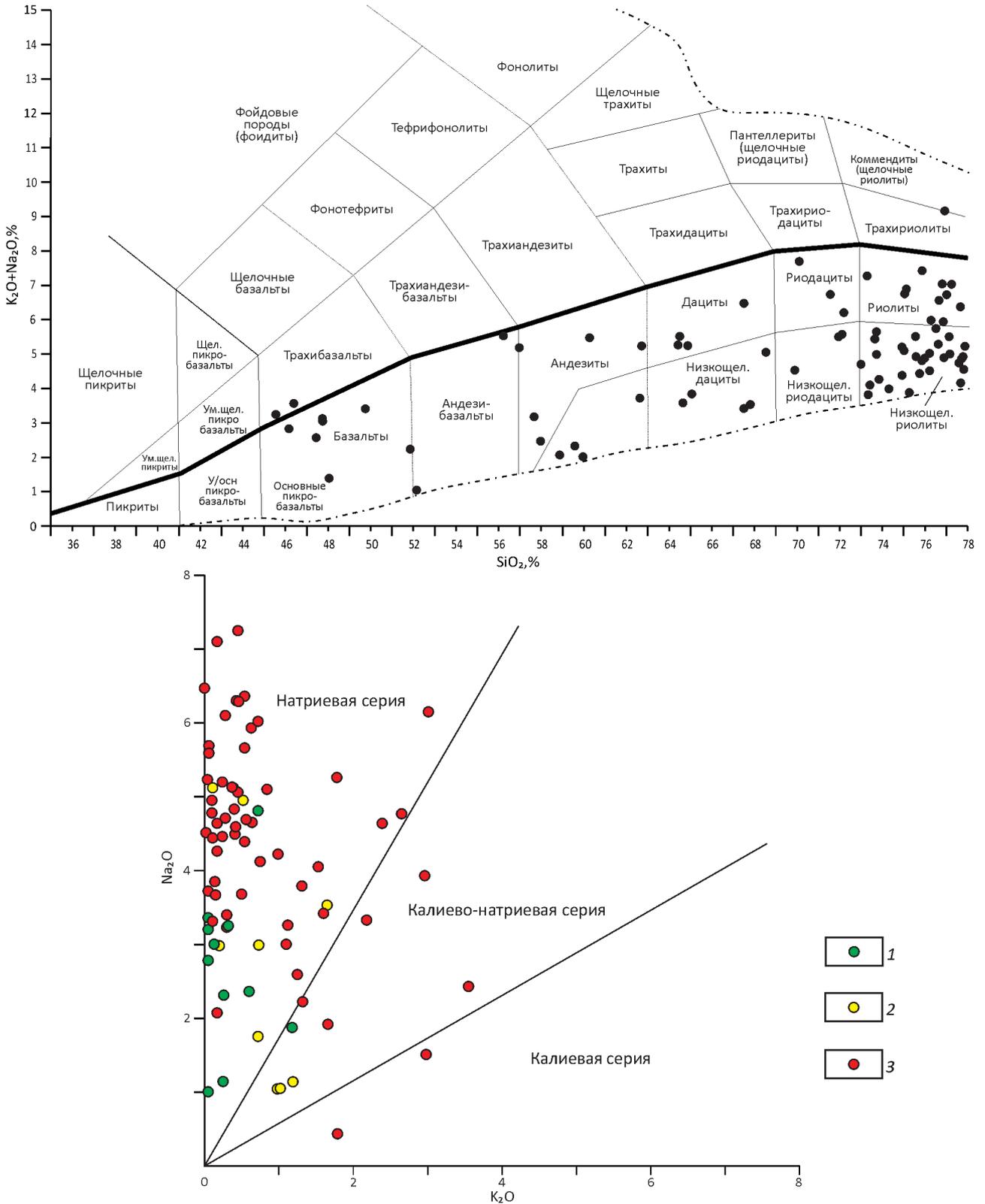


Рис. 3. Диаграммы в координатах $SiO_2-(K_2O+Na_2O)$ и K_2O-Na_2O для вулканогенных отложений раннего этапа вулканизма Салаирского рудного района:

вулканические породы: 1 – основного, 2 – среднего и 3 – кислого составов

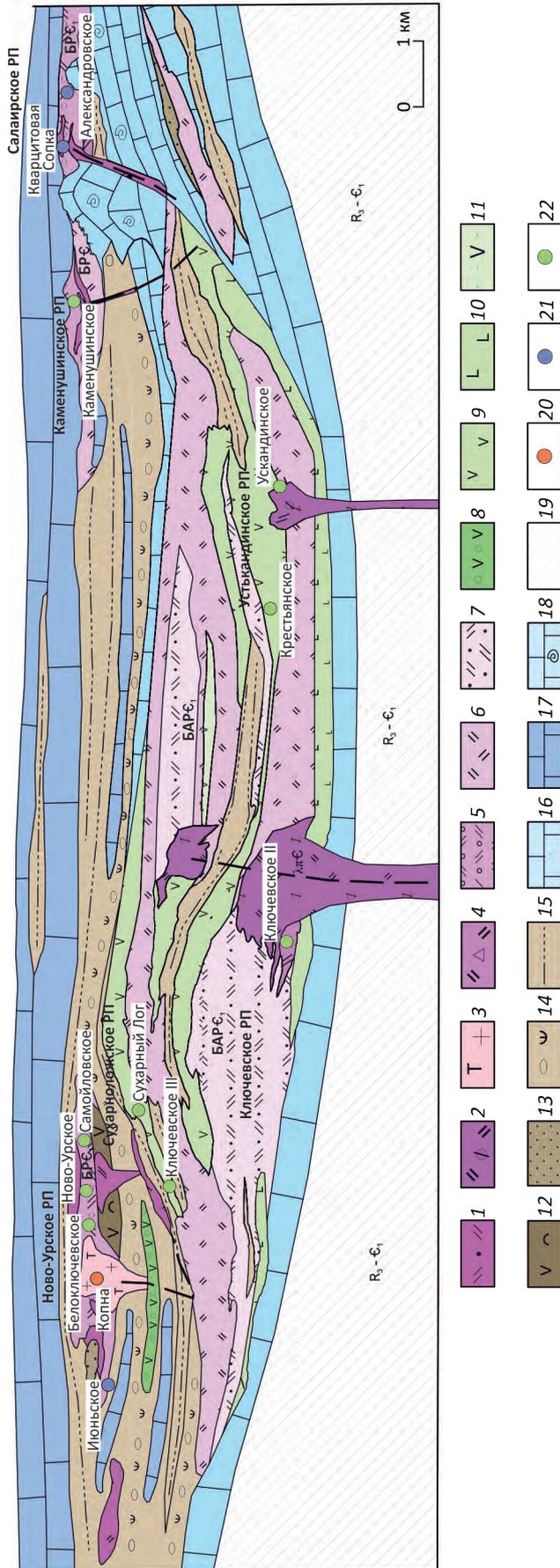


Рис. 4. Геометризованная модель (палеорекострукция) Салаирского рудного района на время отложения контрастной базальт-риолитовой формации (поздний этап вулканизма):

фашии вулканигенных пород: *кислого состава:* группа фашии: 1–3 – жерловой зоны; 1 – крупновкрапленные риодациты, 2 – афировые риодациты, 3 – кварц-топазовые интрузивные породы, 4–5 – околержловой зоны; 4 – лавобрекчи риодацитов, 5 – грубообломочные туфы риодацитового состава с прослоями и линзами туфов мелкообломочного различного состава, туфогравелитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон, 6–7 – промежуточной зоны; 6 – лавы риодацитов с прослоями и линзами вулкано-осадочного и осадочного материала удаленных зон, 7 – мелкообломочные туфы риолитового состава с прослоями и линзами, туфитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон; *основного и среднего состава:* группа фашии: 8 – околержловой зоны; туфы андезибазальтового состава, 9–11 – промежуточной зоны; 9 – лавы андезитов с прослоями вулканогенно-осадочного и осадочного материала удаленных зон, 10 – лавы базальтов, 11 – туфы андезитового состава с прослоями и линзами туфитов, туфопесчаников и туфоалевролитов удаленных зон; **фашии вулканогенно-осадочных пород:** *удаленная зона:* 12 – чередование туфов среднего состава, туфопесчаников, туфоалевролитов, туфогравелитов, туфоконгломератов, 13 – песчаники, 14 – чередование туфитов, туфопесчаников, туфоалевролитов, туфогравелитов, туфоконгломератов, 15 – чередование алевролитов, алевропесчаников и песчаников, 16 – преимущественно археацитарные известняки гавриловской свиты, 17 – известняки анчешевского горизонта, 18 – известняки; 19 – породы фундамента; месторождения: 20 – золотые, 21 – колчеданно-полиметаллические, колчеданно-барит-полиметаллические, 22 – медно-цинково-колчеданные, медно-колчеданные

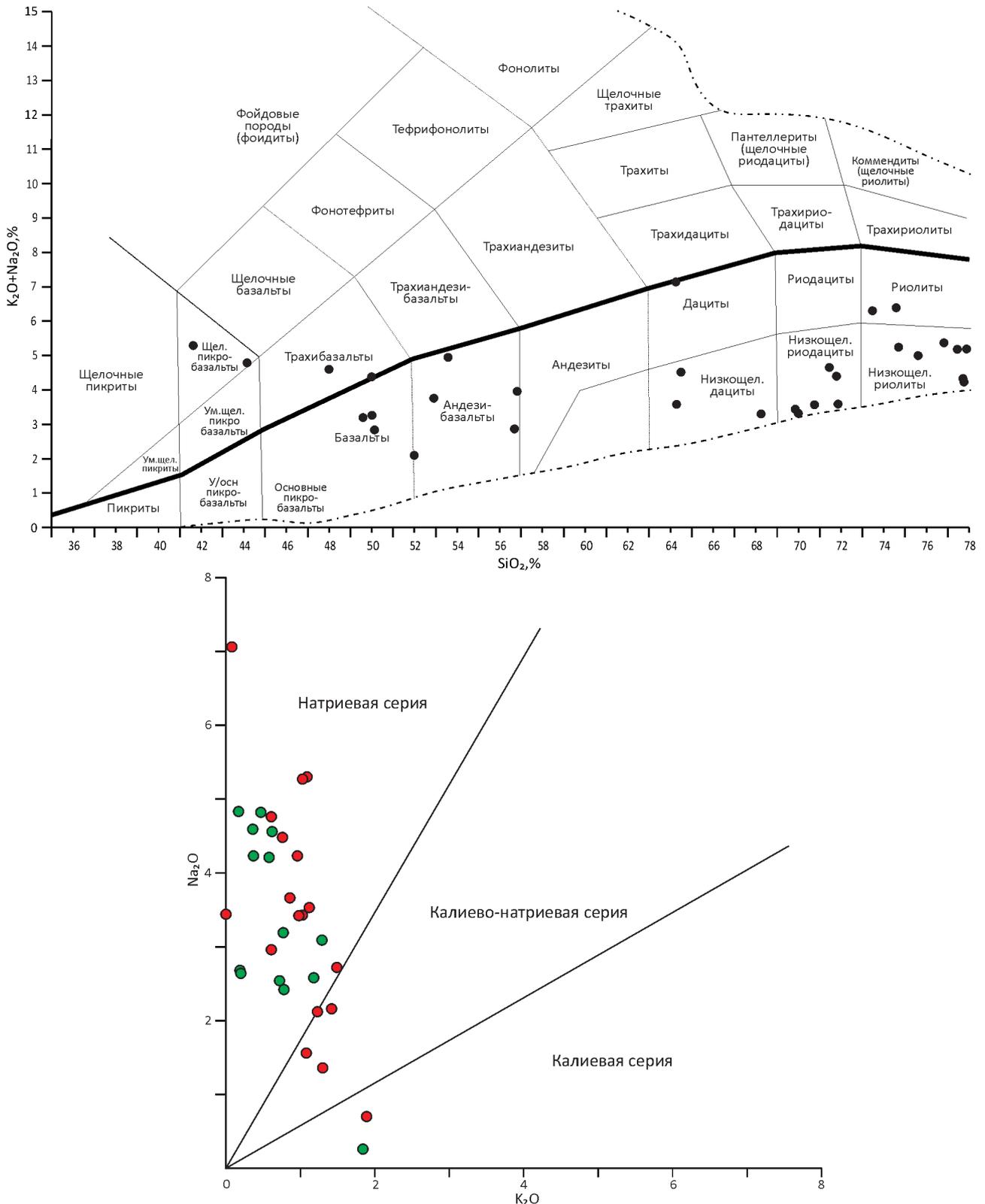


Рис. 5. Диаграммы в координатах $SiO_2 - (K_2O + Na_2O)$ и $K_2O - Na_2O$ для вулканогенных отложений позднего этапа вулканизма Салаирского рудного района:

см. услов. обозн. к рис. 3

Формации обладают рядом сходных черт: сформированы в пределах одного рудного района, имеют близкий состав однотипных пород, петрохимические параметры и состав оруденения. Для определения серийной принадлежности вулканитов Салаирского рудного района использована также диаграмма в координатах $(\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}) - \text{SiO}_2$ по Х.Куно (1970), из которой следует, что они относятся к толеитовой серии.

Как уже отмечено, в пределах Салаирского рудного района все промышленные колчеданно-полиметаллические месторождения приурочены к Салаирской, Каменушинской и Урской вулканическим структурам, которые исторически рассматриваются как рудные поля.

Салаирская и Каменушинская депрессии сформированы в присклоновой части крупной рифогенной постройки, сложенной археоциатовыми и водорослевыми известняками гавриловской свиты, с которыми вулканогенные отложения контрастной формации связаны фаціальными переходами. Известняки характеризуются незначительным содержанием окиси магния и железа и высоким содержанием (до 10%) окиси кремния.

Салаирское рудное поле включает в себя месторождения Кварцитовая Сопка, Первомайское, Первый, Второй, Третий рудник, Спорное, Александровское и Слепое. Это выделение, по мнению авторов, несколько условно. Рудные тела отдельных месторождений тесно связаны между собой пространственно и структурно, а иногда на глубоких горизонтах соединяются в единые залежи. Выделение этих рудных тел в качестве самостоятельных месторождений объясняется только историческими причинами [5].

На основании этого, а также приуроченности Салаирской и Каменушинской структур к единой рифогенной застройке, общности петрохимических характеристик вулканогенных пород и их литолого-фаціального состава сделан вывод о наличии единой Салаирско-Каменушинской структуры.

Проведенный литолого-фаціальный анализ обоих уровней позволяет выделить породы, относящиеся к субвулканической, жерловой, околожерловой, промежуточной и удаленной фациям вулканизма. Субвулканическая и жерловая фации представлены породами кислого состава – крупновкрапленными риолитами и риодацитами, околожерловые – грубообломочными туфами риолитов, риодацитов и андезитов, промежуточные – лавами риолитов, риодацитов, андезитов и мелкообломочными туфами риолитов, риодацитов и андезитов. Удаленные фации – это преимущественно осадочные породы: алевролиты, песчаники, туффиты, известняки, часто чередующиеся с туфами кислого и основного составов, туфоалевролитами, туфопесчаниками. Значительная роль среди пород удаленных фаций принадлежит известнякам. Причем они делятся на две группы: органогенные, соответствующие рифогенной карбонатной застройке, и известняки, входящие в со-

став базальт-риолитовой и базальт-андезит-дацит-риолитовой формаций.

Рудные поля, как показано выше, представлены вулканогенными прогибами. В сложной построенной вулканотектонической депрессии, контролирующей рудный район, они занимают определенное надвулканическое положение по отношению к вулканическим постройкам, сложенным кремнекислыми вулканитами.

В строении рудных полей четко выражена зональность в распределении фаций вулканогенных пород как для первого, так и для второго этапов вулканизма.

Вулканиты жерловой фации расположены в центральных частях палеовпадин, выше и ниже которых залегают покровные лавы, лавобрекчии кислого, основного или среднего составов и их туфы, отвечающие околожерловой и промежуточной фациям. На периферии рудных полей развиты породы промежуточной и удаленной фаций, представленные преимущественно осадочными отложениями: алевролитами, песчаниками, туффитами, известняками, часто чередующимися с мелкообломочными туфами кислого и основного составов, туфоалевролитами, туфопесчаниками. Вулканогенно-осадочная толща прорывается дайками габбро-долеритов и долеритов.

По преобладающему вещественному составу руд выделяются три минеральных типа месторождений: золото-серебросодержащий колчеданно-(барит)-полиметаллический, медно-цинково-колчеданный и медно-колчеданный. Руды всех минеральных типов месторождений пространственно и генетически связаны с вулканизмом и локализованы преимущественно в промежуточных и удаленных фациях. Впервые данная точка зрения была высказана М.А.Усовым в 1933 г. [11]. В дальнейшем эти взгляды развивались В.С.Домаревым, И.В.Дербиковым [2, 6]. В.И.Зеркалов [7] на основании изучения месторождений Урского рудного поля и месторождения Ускандинское также пришел к выводу о кембрийском возрасте оруденения. Существенная роль в локализации оруденения, по его мнению, принадлежит факторам структурного и литологического контроля.

Точка зрения Э.Г.Дистанова [3, 4, 8] о том, что залежи барит-полиметаллических и колчеданно-полиметаллических руд Салаира представляют собой постскладчатые гидротермальные образования, наложенные в верхнепалеозойское время на вулканогенный комплекс пород кембрийского возраста, не находит своего подтверждения в настоящее время, поскольку приводимый им фактический материал связан с пострудным динамометаморфизмом, складчатыми деформациями, как это впервые было показано И.В.Дербиковым [2].

Анализ продуктивности двух уровней рудолокализации эталонного для Салаирской минерагенической зоны Салаирского рудного района (см. рис. 2) показывает, что основные промышленные запасы меди, свинца, цинка, серебра и золота связаны с верхней контрастной формацией, продуктивность которой на несколько

порядков выше, чем нижней непрерывной, что наряду с другими геологическими факторами имеет значительную поисковую ценность.

По материалам статьи можно сделать следующие выводы.

Вулканогенные отложения нижнего кембрия Салаирского рудного района (печеркинский вулканический комплекс) относятся к двум геологическим формациям натриевого ряда – нижней последовательно дифференцированной базальт-андезит-дацит-риолитовой и верхней – контрастной базальт-риолитовой. Отложения данных формаций соответствуют двум циклам вулканической активности в районе.

В палеоструктурном плане рудный район представляет собой обширную вулканотектоническую депрессию, осложненную вулканическими впадинами, соответствующими рудным полям. Выделены и контуры: Ускандинское, Сухарноложское и Ключевское рудные поля нижнего уровня и Салаирско-Каменушинское и Урское – верхнего. Рудные поля занимают определенное надвулканическое положение по отношению к вулканическим постройкам. В строении рудных полей четко выражена зональность в распределении фаций вулканогенных пород как для первого, так и для второго этапа вулканизма. Основные промышленные концентрации свинца, цинка, меди, серебра и золота связаны с верхним уровнем.

Полиметаллические и колчеданно-полиметаллические месторождения Салаира по комплексу характеристик относятся к колчеданным месторождениям в вулканогенных ассоциациях (VHMS). По преобладающему вещественному составу руд выделяются три минеральных типа месторождений: золото-серебро-содержащий колчеданно-(барит)-полиметаллический, медно-цинково-колчеданный и медно-колчеданный. Стратиформные руды всех минеральных типов месторождений пространственно и генетически связаны с вулканизмом и локализованы преимущественно в породах промежуточных и удаленных фаций.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Государственная* геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-45-Новокузнецк. Объяснительная записка. – С-Пб: картфабрика ВСЕГЕИ, 2007.
2. *Дербилов И.В.* Еще об условиях образования колчеданно-полиметаллических месторождений // Геология и геофизика. 1960. №7. С. 136–139.
3. *Дистанов Э.Г.* Генетические особенности полиметаллических месторождений Салаира в кембрийских вулканогенных образованиях // Рудоносные вулканогенные формации. – М.: Недра, 1965.
4. *Дистанов Э.Г.* Рудные формации колчеданно-полиметаллических месторождений юга Сибири // Геология и генезис эндогенных рудных формаций Сибири. – М.: Наука, 1972. Вып. 143. С. 65–78.
5. *Дистанов Э.Г.* Колчеданно-полиметаллические месторождения Сибири. – Новосибирск: Наука, 1977.
6. *Домарев В.С.* Условия образования метасоматических сульфидных и сульфидно-баритовых залежей Салаира // Записки всесоюз. минерал. общества. 1956. Ч. 85. Вып. 4. С. 498–508.
7. *Зеркалов В.И.* Минералогия и генезис руд Ускандинской группы месторождений Салаира // Вестник Западно-Сибирского и Новосибирского геологических управлений. 1953. № 3.
8. *Колчеданные* месторождения СССР. – М.: Наука, 1983.
9. *Кузнецов В.В.* Геолого-генетические основы прогноза и поисков полиметаллических месторождений Сибири // Сб. тезисов докл. научно-практической конференции «Научно-методические основы прогноза, поисков и оценки месторождений цветных и благородных металлов, алмазов – состояние и перспективы». – М.: ФГУП ЦНИГРИ, 2016. С 39–40.
10. *Куно Х.* Латеральные вариации базальтовой магмы вкост краин континентов и островных дуг // Краины континентов и островные дуги. Наука о Земле. – М.: Мир, 1970. С. 249–262.
11. *Усов М.А.* Проблема рудного Салаира // Вестник Зап.-Сиб. ГРТ. 1933. Вып. 4. С. 1–20.