

## ВОЗРАСТ И РУДОНОСНОСТЬ КОЛЧЕДАНОНОСНОЙ БАЗАЛЬТ-РИОЛИТОВОЙ ФОРМАЦИИ САУМСКОЙ ВУЛКАНО-ТЕКТОНИЧЕСКОЙ СТРУКТУРЫ (СЕВЕРНЫЙ УРАЛ)

© 2014 г. Г. А. Петров, Г. Н. Бороздина\*, Н. И. Тристан\*\*, Г. А. Ильясова\*\*

Вулканиды базальт-риолитовой формации широко распространены в западной и восточной частях Тагильского прогиба, где входят в состав колчеданосных шемурской, кабанской и красноуральской свит. Наиболее детально состав и возраст данных вулканидов изучены в пределах Шемурской вулканогенной структуры, вмещающей Шемурское и Ново-Шемурское медноколчеданные месторождения [1]. В районе хребта Шемур (Северный Урал) выделено два ритма подводных лавовых излияний, нижняя часть разреза которых сложена базальтами, а верхняя – риолитами и дацитами. Базальт-риолитовые пачки входят в состав двух подсвит – позднеордовикской нижнешемурской и раннелландоверийской верхнешемурской. Медноколчеданные месторождения (уральского типа по [4]) Шемурской структуры приурочены к нижнешемурской подсвите. Подобное двучленное строение имеет и среднеуральский латеральный аналог шемурской – кабанская свита [6], медноколчеданные месторождения здесь также приурочены к нижней (ордовикской) части разреза.

Выполненное нами исследование рудовмещающих пород Валенторского медно-цинкового месторождения, относящегося к баймакскому (куроко) типу [7], показало их раннесилурийский возраст. Таким образом, в общих чертах, намечается определенная закономерность (ранее отмеченная Е.С. Контарем и Л.Е. Либаровой [4]): к нижней (ордовикской) части разреза базальт-риолитовой формации приурочены медноколчеданные месторождения уральского типа, а к верхней (раннесилурийской) – медно-цинковые объекты баймакского (куроко) типа. Уральский и баймакский (куроко) типы месторождений характеризуются разными составами руд, формой рудных тел и запасами, поэтому возраст рудовмещающей формации имеет важное значение для прогнозирования потенциальных рудных узлов и оценки прогнозных ресурсов на слабоизученных территориях.

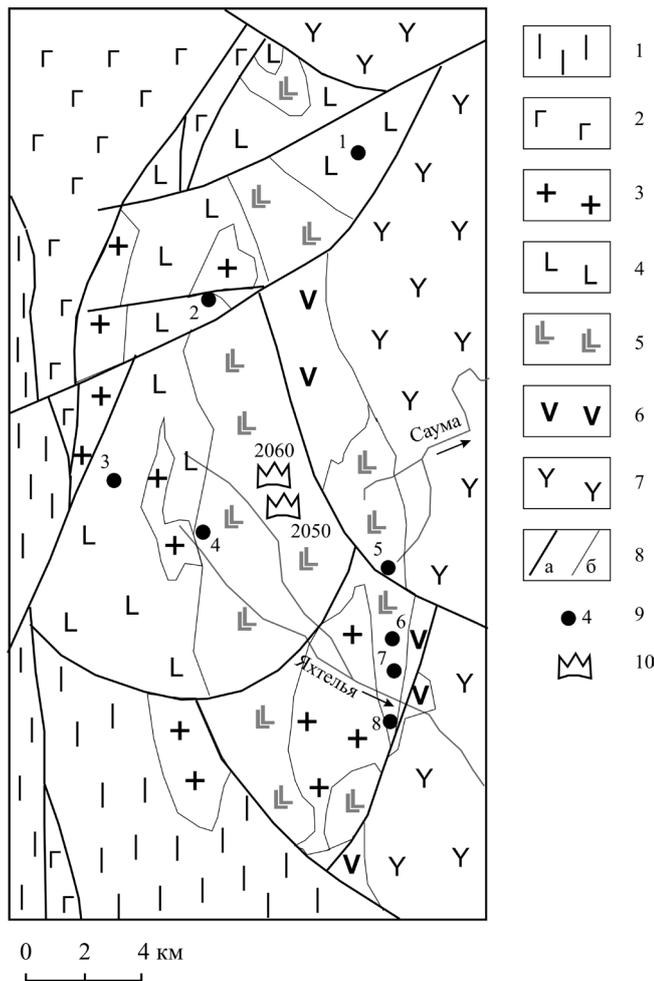
Саумская вулканогенная структура расположена на восточном склоне Северного Урала, в верховьях рек Саума и Яхтеля. В пределах Саум-

ской структуры известно более десятка сульфидных рудопроявлений и пунктов минерализации, наиболее крупные из которых показаны на схеме (рис. 1). Несмотря на довольно хорошую изученность (вся территория структуры покрыта крупномасштабными геологосъемочными и поисковыми работами, сопровождавшимися разнообразными геофизическими и геохимическими исследованиями), в данном районе промышленные медноколчеданные месторождения до сих пор неизвестны. На наш взгляд, одна из причин этого кроется в том, что предшествующие исследователи недостаточно точно или неправильно понимали прогнозно-поисковую модель колчеданного оруденения в данном районе.

Кратко рассмотрим стратиграфию района Саумской структуры. Нижняя часть разреза складывается шемурской свитой  $O_3-S_1$ . Нижняя часть разреза свиты (нижнешемурская подсвита) сложена преимущественно афировыми основными вулканидами – спилитами, базальтами, в меньшей степени порфиоровыми базальтами и андезибазальтами, их гиалокластитами. Кислые вулканиды слагают верхнюю часть подсвиты и присутствуют в составе субвулканических тел по всему разрезу. В составе верхнешемурской подсвиты преобладают вулканиды кислого и умеренно кислого состава – риолиты, дациты, дациандезиты, их обломочные (экструзивные и пирокластические?) разновидности, менее распространены (в нижней части разреза) базальты и андезибазальты. Свита отличается значительной фациальной изменчивостью, интенсивно проявленными гидротермально-метасоматическими преобразованиями пород, сопровождающимися колчеданное оруденение. Возраст шемурской свиты в пределах Саумской структуры ранее определялся как позднеордовикско-раннесилурийский на основании находок радиолярий *Inanigutta exacta* Sads и *Inanihella* sp. в прослоях яшмоидов (образцы отобраны А.Е. Степановым и И.Г. Южаковым, определения выполнены Б.М. Садрисламовым). Общая мощность шемурской свиты оценивается в 1500 м. Выше залегают образования павдинской свиты  $S_1$ .

\* Уральский государственный геологический музей.

\*\* ОАО “УГЭС”.



**Рис. 1.** Схема геологического строения Саумской вулкано-тектонической структуры (составлена по материалам С. Г. Пестрецова и авторов настоящей статьи).

1 – метаморфизованный комплекс параллельных долевитовых даек; 2 – габбро и пироксениты Платиноносной ассоциации; 3 – плагиограниты и гранодиориты  $S_1$ ; 4 – нижнешемурская подсвита  $O_3$ ; 5 – верхнешемурская подсвита  $S_1$ ; 6 – павдинская свита  $S_1$ ; 7 – именновская свита  $S_{1-2}$ ; 8 – разрывные нарушения (а), стратиграфические и интрузивные контакты (б); 9 – рудопроявления: Северо-Саумское (1), Саумское (2), Медвежинское (3), Яхтельинское (4), Северо-Владимирское (5), Владимирское Центральное (6), Владимирское 2-е (7), Владимирское (8); 10 – точки находок конодонтов и их номера.

К ней отнесены вулканогенные образования, обрамляющие шемурскую свиту с востока. Они характеризуются резким преобладанием андезитовых разностей при ограниченном участии вулканитов основного и кислого состава и относятся к андезитовой (базальт-андезит-дацитовая непрерывно-дифференцированной) формации. К нижней части разреза приурочены преимущественно вулканогенные, а к верхней – вулканогенно-осадочные образования. Возраст свиты в исследуемом районе не обо-

снован находками фаунистических и микрофаунистических остатков. Мощность павдинской свиты 1800–2900 м.

**Именновская свита ( $S_{1-2}$ )** согласно залегает на образованиях павдинской свиты, литологически подразделяется на две части: нижнюю существенно вулканогенную и верхнюю преимущественно вулканогенно-осадочную. Нижняя часть разреза представлена переслаивающимися вулканитами основного состава, а также их туфами, прослоями известняков. Отложения верхней части представлены известняками, туфопесчаниками, вулканогенными породами, фациально замещающими друг друга по простиранию. Известняки содержат комплекс фауны елкинского горизонта венлока и исовского и банкового горизонтов лудлова. Общая мощность 1000–3200 м.

Как уже отмечалось выше, колчеданные руды залегают среди вулканитов базальт-риолитовой формации (шемурской свиты). Приведем краткую характеристику наиболее значительных рудопроявлений Саумской структуры.

**Саумское проявление.** Приурочено к крупной купольной постройке в северо-западном борту Саумской вулкано-тектонической депрессии. Рудная зона располагается в зоне контакта пород кислого состава (верхняя часть нижнешемурской подсвиты) с андезибазальтовой толщей нижней части верхнешемурской подсвиты. Породы рудного поля, в том числе дациты и риодациты, изменены процессами серицитизации, хлоритизации, окварцевания. Тела метасоматитов фиксируются по минеральной ассоциации серицит–хлорит–кварц–пирит. Оруденение фиксируется локальной положительной гравиметрической аномалией интенсивностью до 0.75 мГл и аномалией  $\eta_k$  интенсивностью до 7%, а также комплексной геохимической аномалией (Cu, Zn, Pb, Ag). В рудной зоне выделено 14 вкрапленных и сплошных рудных тел. По простиранию они прослежены на 140–150 м, по падению – до 250 м. Мощность 5 – 33 м. Среднее содержание в руде, %: меди – 1.05; цинка – 1; серы – 28.8. Отмечается повышенное содержание Mo, As, Bi, Sb, Cd. Выделяются следующие типы руд: серные колчеданы, медные, цинковые, медно-цинковые колчеданы, медные, цинковые и медно-цинковые вкрапленные руды. На этом объекте В.А. Вороновым были подсчитаны запасы руды по категории  $C_2$  – 8567.7 тыс. т, в том числе серноколчеданных – 6105.6, медно-цинковоколчеданных – 2462.1 тыс. т [5]. В медно-цинковых рудах (при среднем содержании меди 1.05%, цинка 1%): 25.9 тыс. т меди, 24.6 тыс. т цинка, 660.6 тыс. т серы, 3.2 т золота (1.3 г/т), 79.1 т серебра (29.3 г/т). В серноколчеданных рудах 2.6 млн т серы, или 43.3%, меди – 0.17%, цинка – 0.02%, золота – 0.5 г/т, серебра – 4.15 г/т. Эти запасы были утверждены протоколом УТГУ № 57 от 26 сентября 1975 г., но не были утверждены в ГКЗ и не прошли

апробацию в ЦНИГРИ. По количеству руды объект сопоставим с общими запасами Шемурского месторождения.

**Яхтельинское проявление**, открытое в 1975 г., расположено на западном фланге вулcano-тектонической депрессии, осложненной экстрезивно-купольной постройкой. Рудовмещающими являются глубоко проработанные вулканы контрастно дифференцированной базальт-риолитовой формации. Структура в целом представляет собой кальдеру, выполненную вулканическими породами среднекислого состава, широко развиты экстрезивные купола дацитов и ореолы серицит-кварцевых метасоматитов. Рудные тела преимущественно имеют пологое восточное, реже субгоризонтальное падение и залегают среди дацитовых вулканокластиков жерловых и прижерловых фаций, частично перекрытых базальтами. Положение рудных тел контролируется структурой вулканической постройки и субмеридиональным рудоподводящим разломом. Скважинами, пробуренными на проявлении, встречено 4 рудных тела, залегающих на глубине от 10 до 150 м. Выделяются прожилково-вкрапленные и массивные руды. По содержанию меди и цинка рудные тела разделяются на серноколчеданные, цинковые, медно-цинковые и медные. По ним оценены прогнозные ресурсы по категории  $P_1$ : медные руды – 546 тыс. т; Cu – 17 тыс. т при содержании Cu 3.10%, S – 29.84%, Zn – 0.22%; серноколчеданные руды – 763 тыс. т; S – 349.8 тыс. т при среднем содержании S 45.83% [5]. Позднее была выполнена переоценка прогнозных ресурсов Яхтельинского рудопоявления. Необходимо отметить, что авторские прогнозные ресурсы и запасы колчеданных руд на Саумском и Яхтельинском проявлениях оценивались по модели среднеуральских месторождений (Левихинских, Карпушихинских, Кабанских и др.), предполагалось наличие большого количества мелких крутопадающих линз массивных и вкрапленных руд. Между тем исследования условий залегания вулканических пород, морфологии рудных тел и их положения в разрезе показали общее слабонаклонное моноклиальное восточное падение вулканических толщ; первичное залегание рудных тел почти не нарушено. Хорошо сохранились вулканогенные структуры, определяющие локализацию рудных тел; руды и вмещающие горные породы не рассланцованы. Эти особенности также характерны для Валенторского, Шемурского, Ново-Шемурского месторождений Северного Урала.

**Северо-Саумское проявление** расположено в 5.5 км северо-восточнее Саумского проявления. Территория рудопоявления сложена породами шемурской и перекрывающей павдинской свит. Представлено двумя расположенными в 500 м одно от другого рудопоявлениями (Северо-Саумское западное приурочено к измененным вулканогенным породам основного состава, Северо-Саум-

ское восточное – к контакту дайки диабазов). Оруденение прожилково-вкрапленное (пирит, халькопирит, ковеллин, сфалерит). Содержание меди от 0.01 до 0.68%, цинка – до 0.17%. К югу от Северо-Саумского проявления зафиксирована комплексная аномальная зона протяженностью 1.7 км (ВП до 10%, локальная аномалия поля силы тяжести 0.5–0.75 мгал, геохимический ореол надрудно-околорудного уровня), вероятная перспективность которой подтверждена наличием околорудных серицит-хлорит-кварцевых метасоматитов.

**Медвежинское проявление**, расположенное в 9 км на юго-запад от Саумского проявления, возможно, находится в той же позиции. Рудовмещающая пачка представлена сильногематитизированными подушечно-обломочными базальтами (превращенными в гематит-хлорит-карбонат-серицитовые “сланцы”), имеются признаки контакто-термального метаморфизма пород (биотитизация, развитие амфибол-эпидотовых скарнов). Для проявления характерен вкрапленный тип оруденения. В составе рудных минералов выявлены пирит, халькопирит, сфалерит и в небольших количествах – арсенопирит, блеклая руда, пирротин, галенит, электрум и магнетит (цинковистые руды с медью).

**Группа Владимирских проявлений** приурочена к восточному флангу Саумской вулканотектонической структуры и расположена в 5–6 км на юго-восток от Яхтельинского. В ее составе выделено четыре рудопоявления: Владимирское, Владимирское II, Владимирское – Центральное, Северо-Владимирское [5].

Стратиформно залегающие тела массивных и прожилково-вкрапленных колчеданных руд установлены в верхней части разреза шемурской свиты. Рудовмещающий разрез представлен эффузивными и экстрезивными риолитами, риодацитами, их пемзовыми и литовитропемзокластическими туфами, гиалокластитами и экстрезивными брекчиями, вулканомиктовыми конгломератобрекчиями, гравелитами, песчаниками с прослоями базальтов, кремнистых туфоалевролитов и яшмоидов, мраморизованных известняков и известковистых песчаников. В пределах рудных зон породы рудовмещающих горизонтов гидротермально изменены до серицит-альбит-кварцевых и серицит-кварцевых гидротермалитов.

**Владимирское проявление** расположено на левобережье реки Яхтели, в 4.5 км к северо-западу от бывшего пос. Сотый (Яхтель). В гидротермально измененных порфировых базальтах выделено три пологозалегающих рудных тела мощностью 1.5–5.3 м. Руды вкрапленные с содержанием, %: Cu – 0.75–2.51; Zn не обнаружен; S – 9.3–12.8. Состав руд: пирит, халькопирит, сфалерит, ковеллин, халькозин, галенит, блеклые руды, магнетит и ильменит. Глубина залегания рудных тел от 20–40 до 80–100 м.

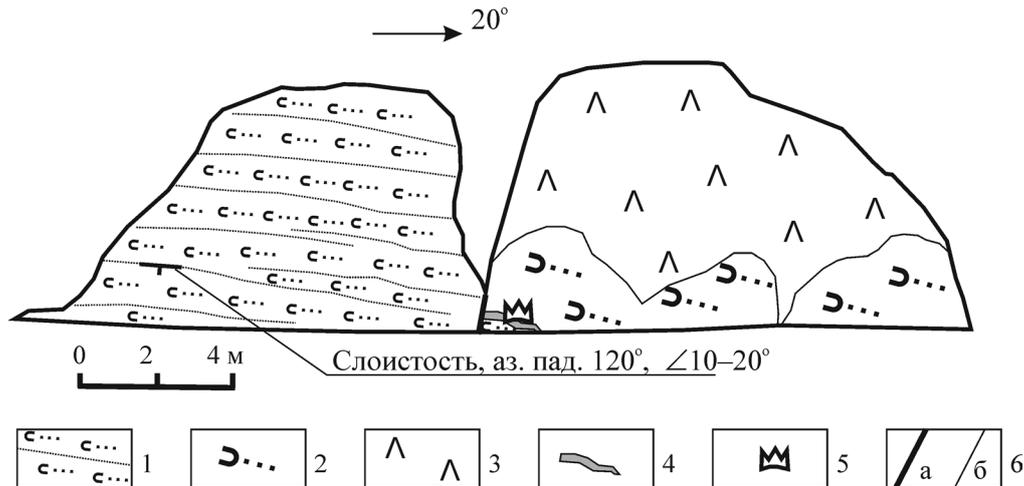


Рис. 2. Фрагмент разреза верхнешемурской подсвиты (обн. 2060, верховья р. Яхтеля).

1 – слоистые псаммитовые риолитовые тейроиды, 2 – экструзивные брекчии риолитов, 3 – кварц-плагифоровые риолиты, 4 – прослой вишневых кремней, 5 – точка находки конодонтов, 6 – разрывное нарушение (а) и границы тела риолитов (б). Азимуты магнитные.

**Владимирское II проявление.** Расположено в 1.3 км к северу от Владимирского. Оруденение (Cu – 0.83–1.18%; Zn – сл. до 0.11%; S – 2.84–9.93%) вмещает окварцованные и серицитизированные вулканомиктовые гравелитопесчаники.

**Владимирское – Центральное** расположено в 2 км к югу от Северо-Владимирского. Бурением вскрыты прожилковые (до массивных) серноколчеданные руды, метасоматиты альбит-кварц-серицитового состава. По данным химического анализа содержание элементов в руде следующее, %: Cu – 0.09, Zn – 0.1, S – 20.81–35.45, Pb – 0.0007, As – 0.015, Ag – 0.00005, Mo – 0.0002; Au – 0.1–0.4 г/т.

**Северо-Владимирское проявление.** Буровыми работами вскрыты кварц-серицитовые метасоматиты с содержанием, %: Cu – 0.45, Zn – 4.4, S – 9.84.

Как следует из приведенной выше краткой характеристики, все рудопроявления Саумской структуры, за исключением Северо-Саумского и Медвежинского, пространственно ассоциируют с кислыми вулканитами, экструзиями и субвулканическими телами. Кислые вулканиты известны как в составе нижней, так и верхней подсвиты шемурской свиты. Сделанные ранее находки радиоярией (см. выше) не позволяют сделать точную возрастную “привязку” рудовмещающей толщи – полученный по ним возрастной диапазон слишком широк. Для более достоверной характеристики возраста были изучены обнажения шемурской свиты, расположенные непосредственно к востоку от Яхтельинского и к югу от Саумского проявлений, в центральной части Саумской структуры.

В серии скальных выходов в районе истоков р. Яхтеля обнажается толща риолитов, дацитов, дациандезитов, слагающих экструзивно-лавовые и субвулканические тела, разделяемые пачками обло-

мочных пород – экструзивных и лавовых брекчий, туфов, тейроидов, туфоконгломератов и туфопесчаников с редкими маломощными (до 5 см) прослоями сургучно-красных яшм (рис. 2). В двух точках (обн. 2050 и 2060) в яшмах авторами обнаружены конодонты *Distomodus cf. calcar* Bischoff и *Distomodus cf. kentuckyensis* Вг. et Вг., что позволяет считать возраст толщи кислых вулканитов нижнесилурийским (лландоверийский ярус, верхняя часть зоны *D. kentuckyensis*) и уверенно коррелировать ее с верхнешемурской подсвитой, в стратотипическом разрезе которой комплекс конодонтов соответствует зоне *D. kentuckyensis* [1].

Полученные биостратиграфические данные дают основание для точной возрастной “привязки” вулканитов Саумской структуры. Последние хорошо коррелируются со стратотипическими разрезами шемурской свиты одноименной вулкано-тектонической структуры. Так же как и на хр. Шемур, здесь выделяются два вулканических ритма (от базальтов до риолитов), объединяемых в составе нижнешемурской и верхнешемурской подсвит. К сожалению, нам пока не удалось выполнить биостратиграфическое обоснование возраста вулканитов, коррелируемых с нижнешемурской подсвитой, но залегание их структурно ниже лландоверийской верхнешемурской подсвиты, достаточно надежно фиксируется по данным бурения, не оставляя серьезных сомнений в правильности такой корреляции. Возвращаясь к проблемам прогнозирования колчеданного оруденения на территории Саумской структуры, можно отметить, что здесь вероятно обнаружение объектов двух типов – уральского и баймакского (куроко). Месторождения уральского типа характерны для нижне-

шемурской подсвиты; к этому типу относится, в частности, Саумское рудопоявление. К баймакскому (куроко) типу, видимо, следует отнести Яхтельинское и группу Владимирских проявлений, локализованных в поле распространения верхнешемурской подсвиты. Эталонном объекте уральского типа может служить среднее Ново-Шемурское месторождение, залегающее в верхней части нижнешемурской подсвиты. Рудная масса здесь сконцентрирована в одном крупном и трех мелких линзовидных тел массивных сульфидных руд [2]. Напротив, для баймакского (куроко) типа характерно наличие большого количества мелких тел массивных сульфидных руд (сульфидных холмов), расположенных в обрамлении ореолов прожилково-вкрапленной минерализации. Примером такого типа месторождений может служить Валенторское, где большая часть запасов меди и цинка сосредоточена в прожилково-вкрапленных зонах [3, 7]. Очевидно, что для поисков месторождений разных по морфологии и составу рудных тел необходимо предусматривать разные наборы геофизических, геологических и геохимических методов. Запасы объектов уральского и баймакского (куроко) типов, как правило, тоже различны, последние обычно соответствуют мелким месторождениям.

Таким образом, нами впервые выполнено точное биостратиграфическое обоснование возраста колчеданосной базальт-риолитовой формации Саумской структуры (восточный склон Северного Урала), что позволило уточнить поисковые признаки и критерии прогнозирования медноколчеданного оруденения.

*Исследования выполнены при частичной финансовой поддержке Интеграционного проекта УрО, СО и ДВО РАН № 12-С-5-1014.*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Бороздина Г.Н., Иванов К.С., Богоявленская В.М.* Стратиграфия вулканогенных и вулканогенно-осадочных отложений Салатимской и Тагильской зон Урала. Екатеринбург: УрО РАН, 2010. 152 с.
2. *Ефимова Л.П., Зворская С.А., Новак Т.М., Шалагинов В.В., Шахова Н.А.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Среднеуральская. Лист Р-40-XXXVI. Объяснительная записка. Свердловск: Уралгеология, 1988. 134 с.
3. *Ефимова Л.П., Зворская С.А., Шахова Н.А.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Среднеуральская. Лист О-40-VI. Объяснительная записка. Свердловск: Уралгеология, 1988. 145 с.
4. *Контарь Е.С., Либарова Л.Е.* Металлогения меди, цинка, свинца на Урале. Екатеринбург: Уралгеолком, 1997. 233 с.
5. *Пестрецов С.Г., Курбацкий А.М., Ульянова В.П., Попов И.Б., Зворская С.А., Алексеев В.Я.* Государственная геологическая карта СССР масштаба 1 : 200 000. Серия Среднеуральская. Лист Р-40-XXX. Объяснительная записка. Свердловск: Уралгеология, 1989. 195 с.
6. *Петров Г.А., Тристан Н.И., Николаев Н.М.* Государственная геологическая карта РФ масштаба 1 : 200 000 (лист О-40-XVIII). **Объяснительная записка.** СПб: ВСЕГЕИ, 2001. 270 с.
7. *Петров Г.А., Масленников В.В., Наседкина В.А.* Первые данные о возрасте оруденения Валенторского медно-цинково-колчеданного месторождения // Ежегодник-2006. Екатеринбург: ИГГ УрО РАН, 2007. С. 196–200.