

Общая геология

УДК 551.248.2:551.435.8(1–925.15)

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДРЕВНЕГО КАРСТА ДЛЯ ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕКОНСТРУКЦИЙ И АНАЛИЗА НЕОТЕКТОНИЧЕСКИХ ДВИЖЕНИЙ

С.С. Гудымович

Томский политехнический университет
E-mail: gudss@tpu.ru

Описан новый участок развития древнего покрытого карста междуречий в Батеневском кряже Минусинской котловины. Предложено использовать мощность инфлювия такого карста в качестве относительных отметок донетектонического рельефа при палеогеографических реконструкциях, а разницу между абсолютными отметками подошвы инфлювия и тальвегов современной эрозионной сети – за амплитуду неотектонического воздымания.

Ключевые слова:

Батеневский кряж, покрытый карст, инфлювий, палеогеографическая реконструкция, амплитуда неотектонического воздымания.

Key words:

Batenevsky range, covered karst, the influvium, palaeogeographical reconstruction, amplitude of neotectonical uplift.

Центральная часть восточного склона Кузнецкого Алатау и примыкающий к нему Батеневский кряж – известные районы развития карста в карбонатных толщах верхнего рифея и нижнего кембрия. Сошлемся на спелеологическую «Мекку» Западной Сибири – район пос. Малая Сыя на р. Белый Июс.

Характеристика карста указанных районов дана в многочисленных публикациях Р.А. Цыкина. Автором этой статьи в последние годы получены данные, дополняющие эти всесторонние описания.

В пределах Батеневского кряжа выявлен новый участок развития древнего покрытого карста, нарастающий к северо-западу Батеневский карстовый район, описанный Р.А. Цыкиным [1. С. 39–41].

Участок площадью 12×4 км, вытянутый на северо-восток, располагается в 12...14 км к югу и юго-востоку от курорта Шира (рис. 1). В геологическом отношении он приурочен к северо-западному склону Батеневского антиклинория салаирского возраста на границе последнего с площадью распространения девонских отложений, слагающих краевую часть герцинской Чебаково-Балахчинской котловины, и сложен мраморизованными известняками и доломитами с прослоями вулканогенно-терригенных пород сыннинской, тюримской, арамонской и таржувской свит среднего рифея – венда, смятыми в складки северо-восточного простирания и разбитыми дизъюнктивами.

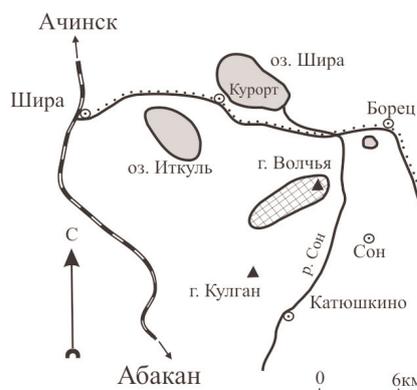


Рис. 1. Схема расположения участка с древним карстом (заштриховано в клеточку)

В геоморфологическом отношении участок состоит из двух типичных для средневысотного холмистого (сопочного) денудационного рельефа Хакасии островных массивов (возвышенностей) – массива г. Волчьей и расположенного юго-западнее массива г. Метелкина (рис. 2).

Островные массивы заметно возвышаются над окружающей с севера территорией распространения девонских отложений. В этом сказалась не только большая амплитуда неотектонического поднятия Батеневского кряжа относительно Чебаково-Балахчинской котловины, но и особенность денудации в условиях засушливого климата Хакасии: карбонатные толщи зачастую денудированы

медленнее, чем магматические породы. Особенно это заметно в восточной части участка, где карбонатные толщи массива г. Волчьей окружены полями распространения девонских эффузивов.

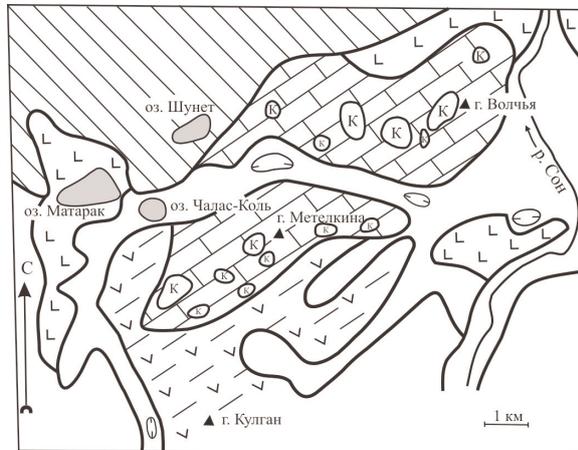


Рис. 2. Геолого-геоморфологическая схема расположения карста на участке г. Метелкина – г. Волчья: 1) куэстовый рельеф на нижне-среднедевонских осадочных горных породах; 2) мелкосопочно-равнинный рельеф на нижнедевонских эффузивах; 3) средне- и высокохолмистый рельеф на карбонатных толщах рифея-нижнего кембрия; 4) то же на эффузивно-терригенных толщах рифея; 5) котловины; 6) участки проявления древнего карста

Более подробно изученная островная возвышенность г. Волчьей ограничена со всех сторон типичными для этого рельефа широкими линейными депрессиями, изначально представляющими собой цепочки дефляционных (а на карбонатных породах возможно и карстовых) котловин, позже переработанных временными водотоками в сухие лога

с открытыми верховьями и педиментными проходами из лога в лог. В позднеплейстоценовое – голоценовое время эти лога местами были освоены современной речной сетью (р. Сон) или заняты озерами в наиболее низких местах.

Абсолютные отметки водораздельного пространства островной возвышенности составляют, в среднем, 560 м, относительные превышения над днищами окружающих сухих логов и долиной р. Сон колеблются от 50 до 100 м. Гора Волчья с её абсолютной отметкой 602,8 м резко возвышается над водораздельным пространством и воспринимается как монадок, хотя она сложена теми же карбонатными породами, что и остальная территория возвышенности.

Внутреннее геоморфологическое строение островной возвышенности типично для денудационного аструктурного холмистого рельефа Хакасии (рис. 3 и 4, А). Максимальные отметки водораздельного пространства принадлежат небольшим извилистым грядам длиной до 2...2,5 км и шириной 300...800 м, расположенным, в общем, беспорядочно вне какой-либо внятной связи с геологическим строением. Склоны гряд голые, делювиально-гравитационного сноса, крутизной до 25°. Основная часть площади водораздельного пространства и склоны островной возвышенности заняты более широкими полузакрытыми склонами гравитационно-делювиального транзита с уклоном 5...10°, в нижней части переходящими в наиболее пологие задернованные склоны-педименты делювиального накопления и делювиально-пролювиальный шлейф, включающий конусы выноса из логов и тянущийся вдоль подножий островной возвышенности. Таким образом, общий профиль склонов островной возвышенности вогнутый – типичный результат развития склонов в аридном и полуаридном климате (рис. 4, Б).

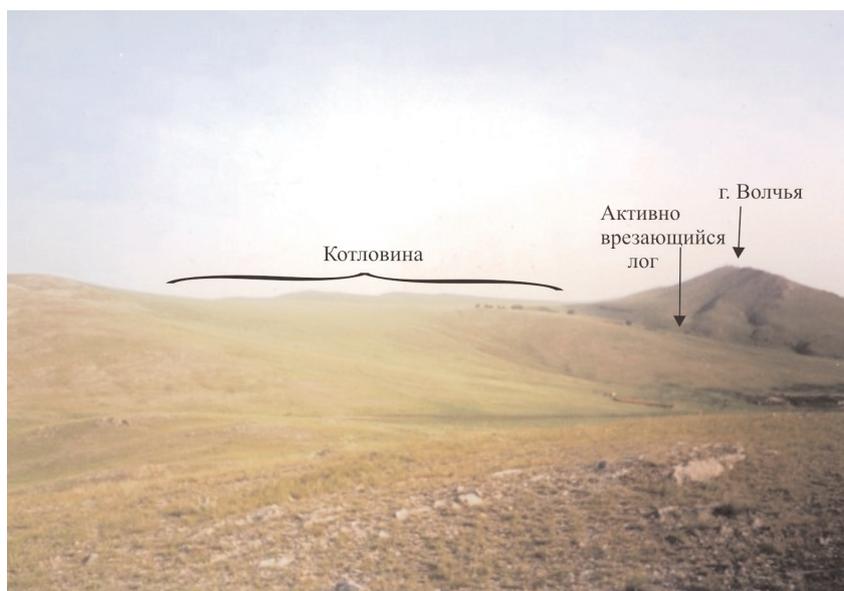


Рис. 3. Панорама котловины западнее г. Волчьей. Вид с юга

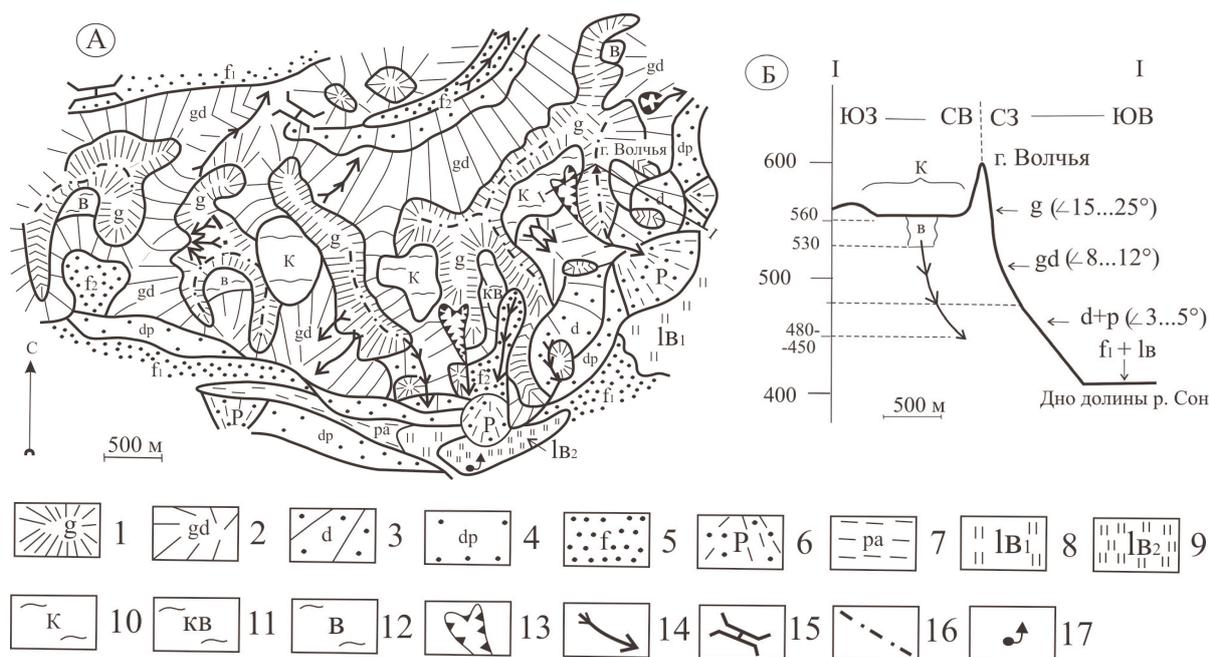


Рис. 4. А – геоморфологическая карта г. Волчья; Б – схематический профиль рельефа по линии I – I; **склоны:** 1) делювиально-гравитационного сноса; 2) гравитационно-делювиального транзита; 3) делювиального транзита и накопления (педименты); 4) делювиально-пролювиальные шлейфы; **флювиальный рельеф:** 5) днища сухих логов, выполненные маломощным пролювием, f1 – разделяющих островные возвышенности, f2 – второстепенных; 6) пролювиальные конусы выноса; 7) днища зачаточных долин с пролювиально-аллювиальным заполнением; **озерно-болотные равнины:** 8) более древние, менее увлажненные; 9) современные, обводненные; **проявления древнего карста:** 10) котловины; 11) карстовые понижения, освоенные верховьями сухих логов; 12) воронки; **прочие формы рельефа:** 13) резко врезанные активные эрозионные рытвины и лога; 14 – те же, не выражающиеся в масштабе; 15) аномально низкие седловины (открытые верховья, педиментные проходы); 16) водораздельные гребни; 17) выходы подземных вод

Местами в нижнюю часть склонов с плавными переходами врезаны широкие древние сухие лога с разложистым U-образным поперечным профилем и плоским дном за счёт заполнения пролювием.

Современная эрозионная сеть в пределах островной возвышенности представлена врезанными эрозионными рытвинами и сухими логами с крутосклонными V-образными поперечными профилями и закрытыми верховьями, продолжающимися энергично врезаться. Эти рытвины и лога или наследуют тальвеги более древних широких сухих логов или развиваются по ложинам склонов.

В пределах обеих островных возвышенностей дешифрированием аэрофотоснимков и наземным обследованием выявлено 14 форм проявления древнего карста изометричных или слегка вытянутых в плане размером от 100...200 м до 1 км, расположенных в беспорядке на расстоянии, в среднем, около 0,5 км друг от друга (рис. 2). Суммарная площадь этих форм составляет около 15 % от площади всего участка. Наложение карстовых форм на геологическую карту не выявило никакой закономерности или связи их с деталями геологического строения островных возвышенностей, кроме само собой разумеющейся приуроченности к карбонатным толщам, хотя такие закономерности суще-

ствуют, но для выявления их требуются более детальные исследования.

Все карстовые формы, за одним исключением, находятся в пределах водораздельных пространств островных возвышенностей. На возвышенности г. Волчьей три наиболее крупные карстовые формы находятся в её осевой части и, на первый взгляд, воспринимаются просто как наиболее уплощённые участки водораздельной поверхности.

По размерам, строению и взаимоотношениям с другими элементами рельефа все выявленные карстовые формы можно разделить на следующие виды.

Воронки («в» на рис. 4) – замкнутые, более менее округлые в плане понижения диаметром не более 200...300 м и глубиной относительно окружающего рельефа до первых десятков м с относительно более крутыми склонами.

Котловины («к» на рис. 4) – округлые или слегка вытянутые в плане, размером до 1 км, глубиной относительно окружающего рельефа до нескольких десятков м, с явным, в общем, плоским дном, имеющим, однако, слабый уклон к центру.

Котловины-верховья («кв» на рис. 4) – те же котловины, освоенные верховьями широких сухих логов. Морфологически это амфитеатры с плоским дном, открывающиеся через слабо выраженный порожек в вершинах древних сухих логов.

Суходолы (южнорусское название «суходол» для обозначения таких форм впервые применил Р.А. Цыкин [2. С. 29]) – серии из двух-трех небольших, диаметром не более 100 м котловин, объединённых эрозионно-пролювиальным процессом в сухой лог. Продольные профили таких логов (например, лог, выходящий из крайней к западу карстовой котловины островной возвышенности г. Метелкиной) всегда волнистые, вплоть до обратных уклонов на нижних краях котловин.

Склоны и днища всех карстовых форм задернованные.

Важным является вопрос о глубине выявленных карстовых форм. В решении этого вопроса природа предоставила нам уникальный объект. Непосредственно западнее г. Волчьей на водораздельной поверхности находится карстовая котловина, вытянутая в северо-западном направлении длиной 1 км и шириной до 400 м (рис. 4). Дно котловины практически ровное, поделено невысоким – не более 2...3 м (а потому невидимым на аэрофотоснимке) увалом, сложенным коренными мраморизованными известняками, на две котловины, каждая из которых представляет собой самостоятельную карстовую котловину.

В склон, примыкающий с юга к восточной котловине, врезан молодой активно развивающийся ложок. Снизу ложок начинается еще на вершине крупного конуса выноса, его нижняя часть в пределах более полого делювиального склона-педимента представляет собой обычную эрозионную рытвину глубиной до 2 м. Но от подножия более крутого склона делювиально-гравитационного сноса лог резко расширяется, углубляется и заканчивается двумя вершинами глубиной до нескольких метров с вертикальными стенками, резко врезанными в днище котловины.

Стенки расширенной части лога и останец между двумя его вершинами сложены рыхлым светло-серым супесчаным материалом, переполненным дресвой и мелкой щебёнкой черных силицитов, ороговикованных алевролитов и песчаников, кремненных известняков и лилово-фиолетовых и буровато-красных эффузивов. Текстура породы беспорядочная, хотя местами намечается субгоризонтальное залегание уплощённой щебенки. Очевидно, что накопление этих щебенисто-дресвяных супесей шло параллельно с образованием самой карстовой формы в результате сочетания элювиального, коллювиального и делювиального процессов. Источником обломочного материала, очевидно, служили эффузивно-терригенные пачки среди преобладающих карстующихся карбонатных пород.

Мощность описанной рыхлой толщи составляет 30 м. Резкое расширение и углубление лога связано с тем, что он нашупал эту рыхлую, легко размываемую толщу. Опираясь на максимальную ширину верхней части лога, диаметр тела рыхлой толщи можно оценить в 200 м.

Таким образом, в описанном случае мы имеем поверхностную задернованную карстовую котло-

вину, дно которой осложнено дополнительным углублением – воронкой меньшего размера (200...300 м), полностью заполненной карстовыми отложениями. По Р.А. Цыкину этот карст относится к покрытому карсту междуречий, представленному котловинообразными карстовыми седиментационными коллекторами, выполненными инфлювием [1. С. 7].

Уместно подчеркнуть, что автор данной статьи для обозначения карстовых форм употребил традиционные термины – «воронка», «котловина» и считает излишней предлагаемую Р.А. Цыкиным для покрытого карста терминологию «воронкообразные», «котловинообразные» и т. п. карстовые седиментационные коллекторы.

Формирование водораздельного покрытого карста и его заполнение продуктами коры выветривания Р.А. Цыкин считает одновременным с формированием самой доорогенной коры и датирует эти процессы возрастом от юры до миоцена [2. С. 125], т. е. заведомо донеотектоническими, что подтверждается и нашими данными [3].

В связи с вышесказанным интересен вопрос о возможности использования морфометрических показателей этого карста, *во-первых*, для палеогеографической реконструкции рельефа эпохи формирования коры выветривания и, *во-вторых*, в качестве еще одного критерия для определения амплитуд неотектонических поднятий.

Наиболее объективной методикой определения амплитуд неотектонических поднятий эпиплатформенных гор, к которым относится и описываемый район, является морфометрический анализ вершинной поверхности, с помощью которого автором была составлена схема неотектоники региона [4].

Достоверные результаты с помощью этой методики могут быть получены при двух условиях: на водораздельных пространствах, по абсолютные отметкам которых строится вершинная поверхность, сохранилась доорогенная кора выветривания и известны абсолютные отметки исходного доорогенного рельефа. Но, как правило, эта кора «сдёрнута» синорогенной денудацией, а абсолютные отметки исходного рельефа неизвестны. Использование морфолого-морфометрических характеристик покрытого водораздельного карста позволяет уточнить как абсолютные и относительные отметки исходного рельефа, так и амплитуды последующих неотектонических движений.

Осевая водораздельная часть островной возвышенности г. Волчьей вместе с расположенными в её пределах карстовыми котловинами воспринимается как реликт поверхности донеотектонического рельефа, существовавшего до развития системы основных сухих логов, разделяющих островные возвышенности.

Мощность инфлювия в карстовой воронке у г. Волчьей составляет, как указано выше, 30 м. Замечательно, что на расположенном в 100 км к западу полигенном инфлювиально-карстовом золото-

рассыпном месторождении «Перевальный» на западном склоне Знаменитинских гольцов в Кузнецком Алатау, где абсолютные отметки рельефа около 800 м, мощность красноцветного золотоносного инфлювия также составляет 30 м [3]. Наконец, на Обладжанском месторождении фосфоритов, расположенном в Батеневском кряже в 35 км к юго-юго-востоку от г. Волчьей, где абсолютные отметки достигают 1000 м, а относительные превышения водоразделов над днищами эрозионных форм — 300...400 м, преобладающие цифры мощности инфлювия — те же 25...30 м [5].

По общей схеме водораздельный карст, представленный воронками и котловинами, развивается вертикально до зеркала грунтовых вод, которое в свою очередь, понижаясь в сторону эрозионной сети, приближается к её тальвегам или совпадает с последними, образуя нисходящие источники.

Автор считает, что если к мощности инфлювия добавить превышения зеркала грунтовых вод над тальвегами эрозионной сети, то получатся превышения водораздельных пространств над эрозионной сетью — относительные отметки рельефа времени формирования карста. В нашем случае к указанным 30 м мощности инфлювия добавляем 10...20 м (условные цифры, совпадающие, однако, со средними значениями для возвышенных равнин и холмистых рельефов) превышения зеркала грунтовых вод в пределах водоразделов над тальвегами эрозионной сети и получаем относительные отметки рельефа. Таким образом, площадь, охватывающая указанные участки, размером 100×35 км в период формирования закрытого карста представляла собой денудационную равнину или холмистый рельеф с глубиной эрозионного расчленения не более 40...50 м. В современном рельефе Западной Сибири территории с такими относительными отметками представляют собой равнины и холмистые рельефы с абсолютными отметками, не превышающими 300, максимум 400 м.

На этом основании с достаточной долей вероятности можно предположить, что и исходный донеотектонический (доорогенный) рельеф имел тот же характер с теми же абс. отметками. Наличие на некоторых участках мощностей инфлювия, существенно превышающих принятые за опорные 30 м, например, на Обладжанском месторождении — до 150 м, свидетельствуют о наличии в исходном доорогенном равнинно-холмистом рельефе локальных останцовых возвышенностей или о формировании ниже базисов эрозии глубинного подземного карста, обусловленного циркуляцией не только грунтовых, но и глубже залегающих подземных вод.

Амплитуда неотектонического воздымания исходного рельефа при использовании данных по заполненному инфлювием закрытому карсту между речий определяется как разница между абсолютными отметками тальвегов эрозионной сети донеотектонического и современного рельефов.

На участке г. Волчьей (рис. 5) первая цифра складывается из 530 м — абсолютная отметка подошвы рыхлой толщи в карстовой воронке минус 10...20 м понижения уровня грунтовых вод к ближайшему тальвегу (см. выше) и составляет, таким образом, 510...520 м. Абсолютная отметка днища современной долины р. Сон — 400 м. Следовательно, амплитуда неотектонического воздымания этого участка получается $510...520 - 400 = 110...120$ м. Аналогичным образом посчитанные амплитуды неотектонического поднятия участка «Перевальный» — 180...200 м, а на Обладжанском месторождении — 250...310 м.

Сложнее обстоит дело с определением амплитуд неотектонического воздымания в горной части района с глубоким открытым («голым» по А.Р. Цыкину) пещерным карстом. Доорогенная кора выветривания на таких участках, очевидно, была денудирована в начале процесса орогенеза. Карст, особенно развитый в придолинных частях склонов водоразделов, закладывался в разное время, точки его заложения опускались по рельефу по мере воздымания гор и, соответственно, врезания эрозионной сети и привязанного к этому процессу понижения зеркала грунтовых вод, карст все время хорошо промывался и не консервировался инфлювием. Например, на Ефремкинском участке Ююского карстового района (у пос. Малая Сья) известно несколько карстовых пещер, устья которых расположены на абсолютных отметках от 850...900 (пещера «Крест») до 700 м (пещера «Ящик Пандоры») с глубиной, соответственно, 80 и 182 м. Но и в этом случае, как считает автор, амплитуда неотектонического поднятия будет равна, как минимум, разнице в абсолютных отметках нижней границы зоны красноцветной кольматации (синхронной донеотектоническому этапу формирования коры выветривания) в верхних вертикальных частях самых высоких пещер и уреза воды в р. Белый Ююс. Если принять мощность зоны кольматации, равной принятым выше 30 м, то для наиболее высоко расположенной пещеры «Крест» амплитуда неотектонического поднятия составит не менее 300 м.

Из сравнения результатов определения амплитуд неотектонических поднятий, полученных по методике морфометрического анализа вершинной поверхности, и только что изложенной методике с использованием данных по закрытому водораздельному карсту, видно следующее.

Во-первых, указанные опорные цифры абсолютных отметок и относительных превышений, предполагаемые для исходного донеотектонического рельефа по методике с использованием закрытого водораздельного карста, получились те же или даже несколько меньше, что и аналогичные цифры для опорных стабильных блоков-реперов с нулевой амплитудой неотектонического поднятия, относительно которых определялись амплитуды неотектонических поднятий в Кузнецком Алатау и Батеневском кряже при анализе вершинной поверх-

ности. Таким образом, исходный донеотектонический рельеф, охарактеризованный по обеим методам, получается один и тот же.

Во-вторых, заметим, что цифры амплитуд неотектонического поднятия, полученные по методи-

ке морфометрического анализа вершинной поверхности – 150 м для участка г. Волчьей, 400 м для участков «Перевальный» и «Ефремкинский» – несколько больше, чем полученные путем анализа открытого карста, но вполне сопоставимые.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Цыкин Р.А., Цыкина Ж.Л. Карст восточной части Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: Наука, 1978. – 104 с.
2. Цыкин Р.А. Отложения и полезные ископаемые карста. – Новосибирск: Наука, 1985. – 166 с.
3. Васильев Б.Д., Гудымович С.С., Кныш С.К. Карстовые россыпи Знаменитинского района // Проблемы геологии Сибири / под ред. А.И. Гончаренко. – Т. 2. – Томск: Изд-во ТГУ, 1996. – С. 96–97.
4. Геология и минерагения Северной Хакасии / под ред. В.П. Парначева и Б.Д. Васильева. – Томск: Изд-во ТПУ, 2007. – С. 115–120.
5. Мкртчян А.К., Цыкин Р.А. О фосфоритах Обладжанского месторождения // Закономерности размещения главнейших осадочных полезных ископаемых Сибири. Фосфатное сырье: Труды СНИИГГИМС. – 1968. – Вып. 68. – С. 147–156.

Поступила 27.06.2011 г.