

STRUCTURAL-GEOMORPHOLOGICAL FEATURES AND GOLD CONTENT AT THE CENTRAL-STANOVY REGION

L. G. VASYUTINA, A. P. KUSKOV

Summary

Three morphostructural areas are distinguished: Aldan, Zeya-Nyukzha and Stanovaya. A cyclic recurrence and inheritance in the areas development, the migration of the most active zone and its breaking into low order morphostructures and the regions erodibility dependence on their morphostructural position had been traced. The morphostructure influence on placers spatial distribution and primary gold sources conservation has been established.

УДК 551.435.8(235.222)

Н. А. ГВОЗДЕЦКИЙ, А. М. МАРИНИН

КАРСТОВЫЕ РАЙОНЫ И ТИПЫ КАРСТА АЛТАЯ

На Алтае карстуются главным образом синийские и кембрийские мраморизованные известняки и доломиты, силурийские и в меньшей степени девонские и каменноугольные (в Рудном Алтае) известняки. Структурно-фациальные зоны (Нехорошев, 1958, 1966), с которыми связаны карбонатные породы, имеют преимущественно северо-западное — юго-восточное простирание. Они разделены глубинными разломами, к которым и к оперяющим их ветвям тяготеет интенсивное развитие карста. Карстующиеся породы, как правило, не отличаются большой мощностью, чередуются со сланцами, эффузивами. Слои их сильно дислоцированы, часто наклонены под большим углом. Из-за этого карст распространен разбощенными районами и участками, многочисленные на Алтае пещеры не отличаются особенно большими размерами (до 700 м суммарной длины), а естественные шахты и карстовые колодцы сравнительно неглубоки (до 63 м). Что же касается климатических и ландшафтных условий, то они в целом благоприятны для развития карста. Большинство карстовых районов, за исключением верховьев Чарыша и долины Чуи, находится в относительно хорошо увлажненной северной половине Алтая, получающей до 800 мм годовых осадков, а местами и более. В засушливых юго-восточных районах карбонатные породы распространены меньше.

Карстовые районы

При районировании карста приходится иметь дело не со сплошными ареалами районированных явлений, как в большинстве других видов природного районирования, а с разбощенными участками, соответ-

ствующими выходам на поверхность карстующихся пород. Поскольку существование карста связано прежде всего с литологическими условиями, а распространение карстующихся пород определяется геологической историей и тектонической структурой, районирование карста должно вестись в первую очередь на геологической основе, и уже на ее фоне можно учитывать влияние других компонентов ландшафта и физико-географических особенностей (Гвоздецкий, 19726).

Как это ни парадоксально на первый взгляд, сложность тектонической структуры Горного Алтая, интенсивность пликативных и дизъюнктивных дислокаций приводят к упрощению таксономической системы районирования карста. В отличие от Русской равнины и даже передовых цепей Большого Кавказа, где сравнительно легко прослеживается приуроченность единиц районирования карста разного ранга к структурным единицам первого порядка, их частям (крыльям), структурам второго порядка и т. д., здесь это проследить не удастся. К определенным структурно-фаціальным зонам здесь приурочены разобщенные выходы карстующихся карбонатных пород, чаще всего вытянутые по простиранию крутонаклоненных слоев и отграниченные от некарстующихся пород линиями разломов. Эти выходы соответствуют карстовым участкам, которые объединены нами в карстовые районы по принадлежности к разным структурам или структурно-фаціальным зонам (либо их частям) с учетом характера и возраста пород.

В Горном Алтае, который вместе с относящимся к территории Казахстана Рудным Алтаем рассматривается нами в качестве карстовой области, на нашей схеме районирования (рис. 1) выделено 10 карстовых районов. Хотя общее количество районов у нас такое же, как и у А. С. Крюкова (1963), — девять без территории Рудного Алтая, наша схема существенно отличается от его схемы. Район 1 объединяет два первых района схемы А. С. Крюкова и выделяется в более широких границах. Заново выделен Теректинский район (4) и значительно расширен Чулышманский (у нас Восточно-Алтайский, 10). Восточные участки Чуйского района А. С. Крюкова объединены нами с районом 2 (7 по его схеме), но на юг Чуйский район расширен. Районы 5, 6, 7, 8 приблизительно совпадают с аналогичными, выделенными им (под другими номерами). Уточнение схемы районирования проведено на основе геологической карты, статей А. Н. Тупотиловой (1968), Г. А. Максимовича и В. П. Костарева (1971) и по данным полевых исследований. Со схемой Г. А. Максимовича и В. П. Костарева (1971), судя по тексту их статьи (карто-схема в статье отсутствует), совпадающие районы, выделенные нами под № 1 и 6, а также 2, 5, 7, 8, описанные этими исследователями под другими наименованиями. Наши районы

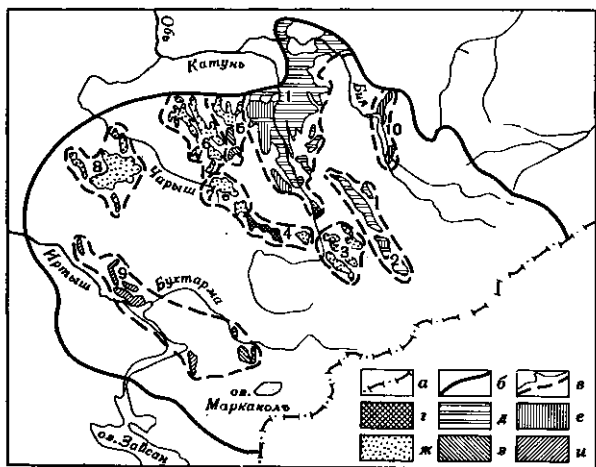


Рис. 1. Схема расположения кольцевых и купольных морфоструктур Юго-Западного Алтая.

Карстовые районы: 1 — Катунский, 2 — Кадринско-Баратальский, 3 — Чуйский, 4 — Теректинский, 5 — верхнего и среднего течения р. Песчаной, 6 — Ануйский, 7 — Канско-Чарышский, 8 — Среднечарышский, 9 — Прииртышский, 10 — Восточно-Алтайский. **Границы:** а — государственная, б — карстовой области, в — карстовых участков и районов (пунктир). **Возраст горных пород:** г — протерозой, д — синий, е — кембрий, ж — силур, з — девон, и — карбон

ны 3 и 4 объединены на их схеме в один (Яломано-Чуйский) а вместо наших районов 9 и 10 ими выделены «участки» в более узких границах.

1. **Катунский район** приурочен к Катунскому антиклинорию. Карстуются известняки, частично мраморы синия и кембрия (Нехорошев, 1958, 1966). А. М. Маринин (1973) в особый — Алтайский — район выделил западное крыло Катунского антиклинория.

2. **Кадринско-Баратальский район** приурочен к одноименному горст-антиклинорию, а также к Курайскому горсту. Карбонатные породы представлены известняками, частично мраморами и доломитами протерозоя, синия и кембрия.

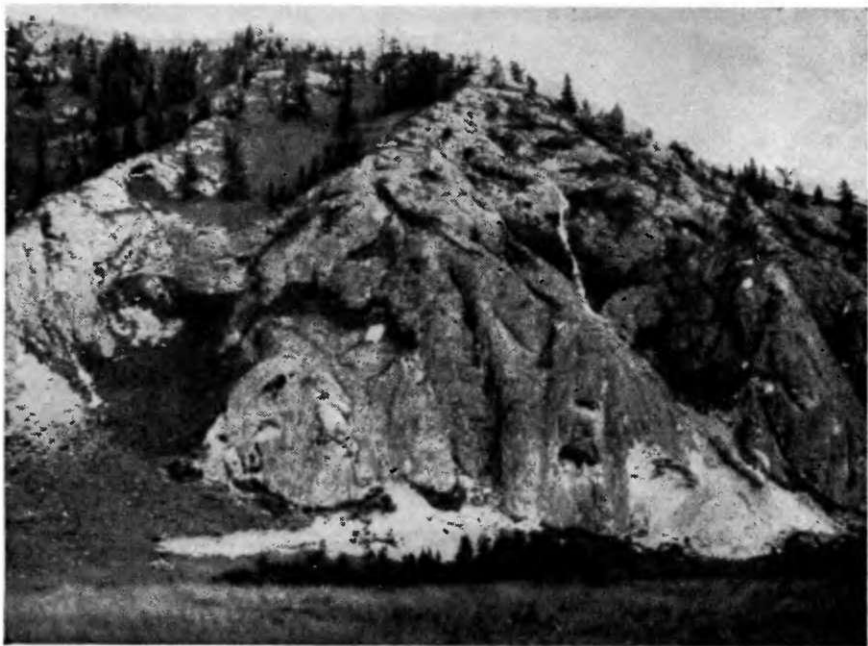


Рис. 2. Скалистые выходы силурийских известняков с нишами и гротами в урочище Шиверта.

Фото Н. А. Гвоздецкого

3. **Чуйский район** охватывает юго-восточную часть Ануйско-Чуйской структурно-фациальной зоны. Карстованию подвергнуты известняки силура, выходящие на поверхность отдельными массивами в бассейнах рек Чуи и Аргута.

4. **Теректинский район** ограничен долинами рек Катунь, Урсула, Коксы и Чарыша. В тектоническом отношении это горст, сложенный осадочными, метаморфическими и магматическими породами, условно относимыми к протерозою (Нехорошев, 1958). Осадочные породы карбонатного комплекса представлены известняками и мраморами. К ним примыкают силурийские известняки. Основная особенность района — преобладание поверхностных форм карста. По развитию поверхностных карстовых форм район выделяется среди других карстовых районов Алтая.

5. **Район верхнего и среднего течения р. Песчаной** характеризуется преобладающим развитием пещер в известняках девона и силура.

6. **Ануйский район** приурочен к северо-западной окраине Ануйско-Чуйского синклинория. Карстуются известняки и мраморы нижнего и среднего силура, а также девона.

7. **Канско-Чарышский район** охватывает бассейн верхнего течения Чарыша с Канской котловиной. Карстуются известняки силура, слагающие западную часть Ануйско-Чуйского синклиниория. Район отличается засушливым климатом. Характерно распространение небольших пещер и ниш в останцовых массивах и по бортам долин (рис. 2).

8. **Среднечарышский район** приурочен к Талицкой структурно-фациальной зоне. Материалы по карсту этого района (как и Ануйского) обобщены К. П. Черняевой (1967). Нами район выделен в более широких границах.

9. **Прииртышский район** тяготеет к северо-восточной границе Иртышской зоны смятия и к Алейскому антиклинорию. Прерывистая полоса выходов карбонатных пород протягивается от бассейна р. Ульбы на северо-западе до Маларихи на юго-востоке. Закарстованные нижнекаменноугольные известняки. Развитие карста ослабевает с северо-запада на юго-восток из-за убывания атмосферных осадков. По мере накопления данных при дальнейших исследованиях этот район, вероятно, придется разделить на два — Прииртышский и Бухтарминский, где карстуются не только каменноугольные, но и девонские известняки.

10. **Восточно-Алтайский район** приурочен к Телецкому горсту и Уйменско-Лебедскому синклинорию. Карстуются известняки нижнего кембрия и известковистые сланцы ордовика. Карстовые формы сосредоточены по склонам речных долин и в береговой полосе Телецкого озера.

На основе публикуемой схемы А. М. Маринин (1973) создал более детальное районирование с выделением 78 карстовых участков.

Типы карста

Принципы классификации карста, изложенные Н. А. Гвоздецким (1972б), позволяют выделить на территории Алтая несколько типов (Маринин, 1972), относящихся к классу горного карста.

Описания *погребенного карста* в литературе нам не известны, но возможно, что он наблюдается в некоторых карьерах и горных выработках и может быть встречен при шурфовке и бурении.

Бронированный известняковый карст развивается в условиях, когда известняки покрыты магматическими образованиями. Известна пещера в линзе известняка под покровом магматической породы в бассейне р. Песчаной (район 5).

Покрытый известняковый карст распространен во многих районах. Наиболее полно он выражен в низкогорье и среднегорье на участках, тяготеющих к долинам рек Катунь, Чарыша, Ануя и Песчаной, и на некоторых водораздельных пространствах. В высокогорье этот тип карста развит в бассейне р. Шавлы и в верховьях Большого Яломана. Выщелачивание известняков кембрия, силура и девона под покровом аллювиальных, флювиогляциальных, ледниковых и гравитационных отложений приводит к формированию воронок (провальных и просасывания), суходолов, логов, котловин, пещер.

Небольшие воронки провального происхождения можно наблюдать на левом берегу р. Катунь близ пос. Известковый, где они развиваются под плащом аллювия мощностью до 2 м. Для пойм рек и низких надпойменных террас особенно характерны воронки просасывания. Небольшое поле воронок этого типа есть на надпойменной террасе р. Песчаной. К. П. Черняевой (1961) они отмечены в долине р. Шепеты. Встречаются они также на террасах в долинах рек Куелы, Черги, Сарасы.

Закарстованные участки в истоках Б. Яломана и в бассейне р. Шавлы характеризуются развитием воронок под флювиогляциальными и

моренными отложениями. Поверхность морен иногда осложнена крупными воронками диаметром до 30 м.

Задернованный известняковый карст — наиболее распространенный тип. Ему свойственны разнообразные поверхностные и подземные формы, включая воронки поверхностного выщелачивания и провалы, естественные шахты и колодцы, пещеры, ниши, естественные арки и мосты, суходолы, карстовые овраги и т. д. Примерно 60% всех карстовых форм Алтая сосредоточено в известняках синия, кембрия, силура, девона и карбона, прикрытых маломощным почвенно-дерновым слоем.

Характерная черта данного типа карста на Алтае — преобладание подземных форм над поверхностными. Очевидно, это связано с продолжительностью и суровостью зимы, когда на поверхности процессы выщелачивания карбонатных пород замирают, а в глубине продолжают. Горизонтальные пещеры приурочены к склонам известняковых массивов по бортам речных долин Катунь, Бий, Песчаной, Ануя, Чарыша, Бухтармы и др., по берегам Телецкого озера и т. д. По протяженности пещеры относятся к трем градациям классификации Г. А. Максимова (1963): значительным, небольшим и малым. Группу значительных составляют Новокаракольская, или Музейная (около 700 м длиной), Большая Чуйская (547 м), многоэтажная Старая Каракольская, Каракокшинская и др. (Маринин, 1966; Черняева, 1961, 1966). Сюда же относится сталактитовая пещера Алтайских геофизиков длиной около 400 и глубиной 120—140 м. В генетическом единстве с пещерами находятся естественные мосты и арки. Обычно они представляют собой уцелевшие остатки сводов пещер. В настоящее время на Алтае насчитывается 23 моста и арки.

Карстовые шахты и колодцы распространены незначительно, встречаясь преимущественно на плоских приводораздельных пространствах. В границах площадей задернованного карста их число достигает 20 (Маринин, 1969). Самые глубокие из них встречаются в северо-восточной части Алтая (Ингурекская — 63 м, Опасная — 52,5 м). Как правило, ствол глубоких шахт имеет ступенчатый профиль, а мелкие шахты и колодцы характеризуются профилем, близким к вертикальному. Возможно, что ломаный вертикальный профиль некоторых шахт (Ингурекской, Опасной) сопряжен со сменой эпох поднятий и тектонической стабилизации территории, что и приводило к образованию вертикальных и горизонтальных каналов.

Поверхностные карстовые формы представлены воронками, суходолами, карстовыми оврагами. Воронки имеют различную густоту расположения на разных элементах рельефа. Особенно разительный контраст наблюдается при сопоставлении развития воронок на поверхностях выравнивания и в расчлененных частях низкогорий. Примером очень большой плотности расположения воронок служит водораздельное пространство Теректинского хребта в истоках р. Б. Яломан (район 4). На водоразделе хр. Иолго (район 1) в окрестностях Ингурекского провала А. Н. Тупотиловой (1965) выявлено 12 воронок на площади менее 0,25 км². Исследования же К. П. Черняевой (1967) показали, что обширная территория расчлененного Северо-Западного Алтая с площадью карстующихся пород 784 км² поражена воронками слабо. На этой площади обнаружено всего 38 воронок. Число воронок в задернованном карсте здесь еще меньше.

Задернованный доломитовый карст известен в бассейне р. Песчаной (район 5), где он распространен фрагментарно. Доломиты отличаются малой кавернозностью. Каверны, глубиной обычно до 50 см, развиваются по тектоническим трещинам и на контакте с магматическими породами. Встречаются небольшие пещерные полости.

Задернованный карст в мраморах отмечен по обоим берегам Катунь у с. Усть-Муны. Встречаются нишеобразные углубления, закарсто-

ванные трещины, воронки поверхностного выщелачивания с понорами. С локальными выходами мраморов Ороктойского месторождения в бассейне Катунь связано незначительное развитие закарстованных трещин и полостей глубиной до 2 м. А. М. Марининым на правом берегу р. Ороктой обнаружена в мраморах небольшая воронка поверхностного выщелачивания асимметричной формы и с задернованными бортами. В воронке имеется понор, поглощающий внешние воды.

Голый известняковый карст распространен фрагментами среди других типов, чаще на фоне задернованного карста, но развит довольно широко: на Теректинском хребте между Б. Яломаном и Казнахтой, на отроге Айгулакского хребта по правому борту долины р. Чуи, в средней части бассейна р. Катунь, в Северо-Западном Алтае и пр. Характеры карры, пещеры и ниши, блоки отседания по крутым склонам долин.

На скалах силурийских известняков возле Белого Боба (район 3) нами встречены карры различных типов — желобковые, лунковые, бороздчатые (Гвоздецкий, 1972а). Характерно сочетание этих трех типов карров, развитие желобковых карров на бортах бороздчатых карров и лунковых углублений (рис. 3). Пятна голого карста с каррами четко вырисовываются среди высокогорной тундры Теректинского хребта в истоках Б. Яломана. Карры здесь находятся в разных фазах развития — от начала формирования до разрушения. Условия развития позволяют рассматривать этот голый карст в качестве высокогорного варианта. Карры нередко встречаются на побережьях рек или в их руслах. Сложная мозаика карров наблюдается на отрезке р. Катунь между селами Муны и Манжерок. Глубина борозд иногда достигает 40 см. Аналогичные карры встречаются на прибрежной полосе известняков чагырской свиты вверх по р. Чарышу от устья Чагырки.

Ниши обычны в обнаженных известняках коренных берегов многих рек. Ими испещрены выходы карбонатных толщ в среднем течении Катунь (у селений Известковский, Чепош, Ороктой), на реках Чуе, Чарыше, Бухтарме и пр. В образовании ниш помимо коррозии существенная роль процессов биохимического и физического выветривания.

Голый известковисто-сланцевый карст встречен на отвесном берегу Телецкого озера (район 10), между водопадом Корбу и заливом Камга. Он развит в темно-серых известковистых сланцах ордовика. Отдельные раскрытые трещины разработаны до крупных ниш и гротов. Самый крупный грот треугольной формы до 10 м высотой и 6 м шириной частично затоплен водой озера. Полости в сланцах образуются за счет растворения карбонатных прослоев с последующим разрушением сланцев. Немалая роль принадлежит механическому воздействию волнового прибоя.

Останцовый известняковый карст распространен на территории Алтая в виде отдельных реликтовых форм. Можно отметить холмообразное возвышение в центральной части приводораздельной котловины Чистое болото, расположенной в верховьях р. Камышлы, левого притока Катунь. Останец имеет вид острова и возвышается над дни-



Рис. 3. Бороздчатые, лунковые и желобковые карры на поверхности силурийских известняков у Белого Боба. Для масштаба — горный компас.

Фото Н. А. Гвоздецкого

щем котловины до 4 м. Карстовые останцы в виде бугров характерны для поверхностей выравнивания хребтов Иолго и Теректинского. Они возвышаются над прилегающей поверхностью на 2—6 м. Наиболее крупный встречен на склоне отрога Чергинского хребта, рядом с участком дороги между селениями Сараса и Алтайское. Останец высотой до 9 м имеет неправильную форму. В нем наблюдаются небольшие ниши-карманы и сквозной лаз. Вероятно, к древним реликтовым карстовым образованиям относятся останцовые возвышения Курайской котловины, примыкающие к ее юго-западной окраине. В эпоху оледенения эти останцы подвергались усиленной коррозионной деятельности ледниковых вод.

Карстовые останцы Алтая — это свидетели древних эпох карстовой денудации, возникшие в иных, чем сейчас, физико-географических условиях.

Карст, сочетающийся с вечной мерзлотой, встречен в высокогорной части Алтая при проходке шахт в кембрийских известняках Акташского ртутного месторождения (район 2). Наиболее распространены здесь закарстованные трещины и нишеобразные углубления. Ниши 1,5—3 м в поперечнике обычно выполнены кластическими осадками и ледяными образованиями (Бондаренко, Девяткин, Лискун, 1968).

Таким образом, на территории Алтая нами выделено девять основных типов горного карбонатного карста. Каждому из них присущи свои особенности, выражающиеся в интенсивности карстования и характере карстовых форм. Они определены геологическими условиями и физико-географической обстановкой.

ЛИТЕРАТУРА

- Бондаренко П. М., Девяткин Е. В., Лискун И. Г. Материалы по новейшей тектонике и стратиграфии кайнозойских отложений Акташского района Курайской неотектонической зоны Горного Алтая. «Пробл. геоморфол. и неотектон. ороген. областей Сибири и Дальнего Востока», т. 2. Новосибирск, 1968.
- Гвоздецкий Н. А. Новые данные о карсте Алтая. «Геоморфология», № 1, 1972а.
- Гвоздецкий Н. А. Проблемы изучения карста и практика. М., «Мысль», 1972б.
- Крюков А. С. Географическое распространение и особенности проявления карстовых процессов в Горном Алтае. «Изв. Алтайск. отдел. Геогр. о-ва СССР», вып. 3. Горно-Алтайск, 1963.
- Максимович Г. А. Основы карстоведения, т. 1. Пермь, 1963.
- Максимович Г. А., Костарев В. П. Карст Алтая. «Гидрогеология и карстование», вып. 4. Пермь, 1971.
- Маринин А. М. Карстовые явления в бассейнах рек Камышлы и Сарасы. «Вопр. геол. и геоморфол. Зап. Сибири». Барнаул, 1966.
- Маринин А. М. Карстовые шахты и колодцы Горного Алтая. «Вопр. карстоведения» (Матер. совещ. по полезн. ископ. карст. полостей и впадин и другие вопр. карстоведения). Пермь, 1969.
- Маринин А. М. Типы карста Алтая. «Бюлл. МОИП, отд. геол.», № 1, 1972.
- Маринин А. М. Карст Алтая (автореф. канд. дис.) М., 1973.
- Нехорошев В. П. Геология Алтая. М., Госгеолтехиздат, 1958.
- Нехорошев В. П. Тектоника Алтая. М., «Недра», 1966.
- Гупотилова А. Н. Некоторые данные о распространении и морфологии карста в Горном Алтае. «Изв. Алтайск. отдел. геогр. о-ва СССР», вып. 6. Барнаул, 1965.
- Гупотилова А. Н. Карст палеозойских карбонатных пород в Горном Алтае. «Пробл. геоморфол. и неотектон. ороген. областей Сибири и Дальнего Востока», т. 2. Новосибирск, 1968.
- Черняева К. П. Пещеры Северо-Западного Алтая. «Уч. зап. Томск. пед. ин-та», т. XIX, вып. 1, 1961.
- Черняева К. П. Каракольские пещеры. «Пещеры», вып. 9(7). Пермь, 1966.
- Черняева К. П. Карст Северо-Западного Алтая. Автореф. канд. дис. Томск, 1967.