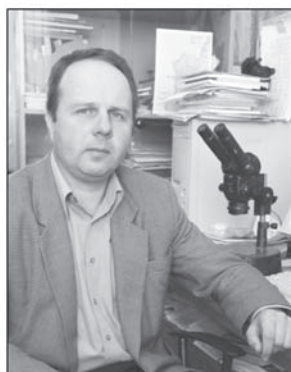


Паничев Александр Михайлович –
д.б.н., к.г.-м.н., Тихоокеанский институт
географии ДВО РАН, г. Владивосток



Попов Владимир Константинович –
к.г.-м.н. Дальневосточный геологический
институт ДВО РАН, г. Владивосток



Чекрыжов Игорь Юрьевич –
Дальневосточный геологический
Институт ДВО РАН, г. Владивосток

УДК 551/.4; 502; 504; 574; 577

ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ПРИРОДА КУДЮРОВ В ВУЛКАНИЧЕСКИХ ГОРАХ НА ПРИМЕРЕ ВАНЧИНСКОЙ ВПАДИНЫ В СИХОТЭ-АЛИНЕ

GEOLOGICAL NATURE OF KUDYURS IN THE VOLCANIC MOUNTAINS ON EXAMPLE OF VANCHINSKAYA DEPRESSION IN THE SIKHOTE-ALIN

На основе результатов геолого-минералогических исследований Ванчинской впадины (типовой среди раннекайнозойских рифтогенных впадин Восточного Сихотэ-Алиня) характеризуются особенности состава и возраст вулканических, вулканогенно-осадочных образований, а также глинисто-цеолитовых продуктов гидротермально-метасоматического изменения вулканического стекла различных фациальных типов горных пород, многочисленные выходы которых активно используются в данном районе дикими животными в качестве минерально-пищевого компонента с формированием вокруг обнажений характерных ландшафтных комплексов – кудюров. На основе сопоставления собранной ранее геологической и биологической информации делается вывод о том, что большинство кудюров Восточного Сихотэ-Алиня связаны с ареалами палеоцен-эоценового вулканизма бимодального типа, проявленного в рифтогенных впадинах, и характеризуются сходным минеральным и химическим составом поедаемых животными пород.

Ключевые слова: литофагия, кудюры, цеолиты, вулканические породы.

On the basis of results of geological mineralogical researches within the limits of Vanchinskaya downwarping (one of typical early Cenozoic rift structures for territory of Eastern Sikhote-Alin) characterizes the geological composition and features of argillaceous zeolitic rocks which numerous outcrops are actively used in the given area by wild animals as a mineral-nutrition component with formation around of grass crop of characteristic landscape complexes – kudyurs. On the basis of comparison of geological and biological information, which collected earlier, the conclusion is done that the most of Eastern Sikhote-Alin kudyurs be closely connected with palaeocene-eocene bimodal volcanism areas, exposed in rift downwarping and characterized by similar mineral and chemical kudyurs composition used by animals.

Keywords: lithophagia, kudyurs, geology, geochemistry, zeolites, volcanic glasses.

Кудюры и кудюриты

Термин «кудюр» (тюркскоязычный аналог термина «зверовой солонец» [8]) предложен для использования в науке еще в конце 80-х гг. В.И. Бгатовым – известным в Сибири геологом, занимавшимся научными разработками на стыке геологии и биологии. Необходимость такой замены была связана с тем, что термин «солонец» уже употребляется в почвоведении с конкретным смысловым содержанием, не совпадающим с тем, что вкладывается в однозвучный термин из зоологии. Постепенно слово «кудюр», заимствованное из лексикона древних кочевников Центральной Азии, стало укрепляться в научных текстах и даже «дало потомство». От «кудюр» образован термин «кудюрит(ы)», обозначающий землистые вещества, которые ищут животные на кудюрах. Таким образом, согласно новой терминологии, «кудюр» обозначает специфический ландшафтный комплекс, формируемый животными-литофагами, «кудюриты» – особый вид горных пород, обладающих некими полезными свойствами, благодаря чему они могут быть желанной добавкой к меню животных.

Напомним, что по внешнему виду и условиям формирования кудюры делятся на две основные группы: литоморфные и гидроморфные [10]. Литоморфные кудюры – это сравнительно сухие глинистые или скальные обнажения на седловинах, склонах гор или в бортах речных террас с признаками литофагиальной активности животных в виде выеденных или вылизанных в породах и грунтах углублений, ям, пещер и т.п., с сетью сходящихся к ним звериных троп; гидроморфные – площадки с обводненными грунтами около водных источников на сравнительно ровных поверхностях, чаще в речных поймах и на террасах с аналогичными признаками. Размеры отдельных кудюров могут колебаться от нескольких десятков до сотен тысяч квадратных метров, районы же, где они постоянно формируются и поддерживаются животными, могут измеряться сотнями и тысячами квадратных километров. Подобные ландшафтные комплексы встречаются во многих регионах мира, особенно характерны они для горно-степных и горно-лесных местообитаний травоядных животных.

Кудюрные ландшафтные комплексы часто становятся важной (а иногда и главной) составляющей заповедников, национальных парков и других охраняемых территорий. Наиболее известным парком с кудюрами, вокруг которых собирается множество копытных животных, является Йеллоустоунский национальный парк в США. Границы этого парка, как выяснилось сравнительно недавно, почти совпадают с границами гигантской взрывной кальдеры, возникшей при катастрофическом извержении вулкана на рубеже плиоцена–плейстоцена. В Африке очень показателен парк Дзанга Ндоки (Центральноафриканская республика) с обширными кудюрами в долине р. Модобу – излюбленным местом концентрации обитающих в этом районе лесных слонов, буйволов и антилоп. Уникальные по масштабам кудюры имеются во многих горных заповедниках России. К примеру, на территории Кавказского государственного заповедника известны крупнейшие (в пределах российской части Кавказских гор) кудюры в верховьях р. Закан (фото 1). В состав природных заповедников горного Алтая также включены практически все крупнейшие кудюрные комплексы региона,

в том числе береговой зоны оз. Телецкое, рек Шавла и Аккем. Аналогичная ситуация по природным резерватам в Саяно-Шушенском регионе, в Туве, на западном побережье оз. Байкал, на Таймыре. Что касается территории Сихотэ-Алинского государственного биосферного заповедника, то она еще в проекте этого природного резервата оказалась «привязанной» к трем крупнейшим на территории Приморского края кудюрным комплексам: верховья р. Колумбе, район г. Солонцовая, а также – левые притоки р. Бикин: реки Террасная и Светловодная (после сокращения площади заповедника в 60-е гг. бикинская часть с кудюрами была выведена из состава охраняемой территории).

Все эти факты далеко не случайны, они свидетельствуют об особой значимости каких-то геологических условий для обеспечения полноценной жизни травоядных животных в некоторых местообитаниях.

Из истории изучения кудюров Сихотэ-Алиня

Первые содержательные сведения о кудюрах в Сихотэ-Алине можно найти в путевых дневниках и книгах В.К. Арсеньева. Например, в книге «По Уссурийскому краю» он описывает типичный литоморфный кудюр в верховьях р. Тадуши (ныне р. Зеркальная). «Порода, из которой скала состоит, разрушаясь под действием Солнца, дождя и ветра, дает беловатую, рыхлую массу похожую на глину. По словам тазов, летом во время пантовки здесь всегда много держится изюбров. Они с жадностью грызут эту землю. При ближайшем обследовании скалы на ней действительно были найдены многочисленные следы, оставленные зубами оленей. С одной стороны ими съедено так много породы, что образовалась выемка около аршина глубиной» [1, С. 191].

Первый опыт изучения кудюров в регионе связан с именем талантливого исследователя, биолога Л.Б. Капанова. После десятилетия почти непрерывных полевых наблюдений на территории Сихотэ-Алинского заповедника он пришел к выводу о том, что в летнее время плотность копытных животных в тех районах, где кудюры имеются, как минимум на порядок выше в сравнении с аналогичными станциями в местах, где кудюры не встречаются [2]. Аналогичную закономерность позднее подметили многие исследователи в самых разных регионах мира.

Позднее исследовательский интерес к кудюрам в заповеднике проявляли почвовед Ю.А. Ливеровский и биолог Е.Н. Матюшкин. Ю.А. Ливеровский охарактеризовал состав поглощенных элементов в образцах кудюритов, собранных на территории заповедника, выразив при этом сомнение в том, что натриевая гипотеза способна исчерпывающе объяснить причину литофагии [4]. Основным итогом исследований данной темы Е.Н. Матюшкиным, пожалуй, в его мысли о том, что уникальные кудюры животные формируют и поддерживают на протяжении тысячелетий [6].

Вне территории заповедника кудюры долгое время не изучались. Лишь иногда скудная информация о них просачивалась на страницы геологических отчетов. Среди тех геологов, кто пытался обратить внимание науки на кудюры, стоит отметить Ю.И. Марцуна. В краткой статье в журнале «Охота и охотничье хозяйство» [5] он попытался охарактеризовать и систематизировать необычные «солонцы», с ко-

торами столкнулся в верховьях р. Ванчин (ныне р. Милоградовка). При этом автор выразил недоумение относительно того, что животные грызут не соль, как ему представлялось изначально, а коренные выходы «кварцевых порфиров».

Геологическая природа кудюрных комплексов р. Ванчин

Геология Ванчинской впадины

В начале 80-х гг. кудюры Сихотэ-Алиня становятся предметом специального изучения одного из авторов этой статьи. В результате было выявлено, что в составе поедаемых пород наряду со смектитом и опалом почти всегда обнаруживается существенная примесь (от единиц до 80% и более) цеолитов [10]. Тогда же была выявлена приуроченность кудюр к определенным фациям вулканических и вулканогенно-осадочных пород в пределах вулканических кальдер и рифтогенных впадин.

На новом этапе исследований мы задались целью разобраться в геологической истории, факторах и условиях формирования цеолитсодержащих кудюритов. В качестве типовой структуры для детальных исследований мы выбрали Ванчинскую угленосную впадину, расположенную в зоне главного хребта Сихотэ-Алиня, в приводораздельной части рек Милоградовка и Усури (рис. 1). В настоящее время данная территория входит в состав недавно созданного национального парка «Зов тигра».

Ванчинская впадина (ее размеры 15x5 км) приурочена к бассейну руч. Ванчин-Угольный (правый приток р. Милоградовка). На северо-западе эта структура сопряжена с Березовской угленосной депрессией, расположенной южнее г. Облачная, одной из самых высоких в Сихотэ-Алине (1854 м). Наш выбор объекта был обусловлен тем, что кудюры в пределах впадины формируются по разным фациальным типам цеолитизированных вулканических и вулканогенно-осадочных пород, которые, к тому же, хорошо зарекомендовали себя как сырье для медицинских технологий [11]. На территории впадины преобладают типичные для среднегорий Сихотэ-Алиня кедрово-широколиственные и березово-лиственничные леса с участками елово-пихтовых насаждений.

Первые описания угленосных отложений в этом районе были сделаны Я.С. Эдельштейном еще в 1900 г. В 1936 г. Г.П. Воларович определил перспективы угленосности Березовской и Ванчинской депрессий. В 60-е гг. прошлого столетия здесь была проведена среднемасштабная геологическая съемка. Полученные геологические материалы обобщены Ю.П. Бидюком в «Объяснительной записке к геологической карте» масштабом 1:200 000. В соответствии с принятой стратиграфической схемой Ванчинскую впадину выполняют вулканогенно-осадочные угленосные отложения угловской и надеждинской свит эоценового возраста, а также вулканические породы брусилдовской и сандуганской свит олигоценового и миоценового возраста соответственно. При этом в разрезе отмечено наличие пород с примесью цеолитов. В конце 70-х гг. предпринималась попытка оценить запасы цеолитового сырья Ванчинской впадины на основе полевой заверки и экстраполяции данных, полученных предшественниками [7]. В конце 80-х гг. В.В. Серединым, научным сотрудни-

ком ИГЕМ РАН, при изучении геохимии углей Ванчинской впадины были выявлены угольные пласты с высокими концентрациями редкоземельных элементов [15].

Перечень наших исследований включал калий-аргоновое датирование пород, изучение их минерального и химического (макро- и микроэлементного) состава, изучение стратиграфических разрезов, сборы отпечатков палеофлоры и проб для палинологических исследований. Полученные данные позволили восстановить геологическую историю формирования Ванчинской структуры, в том числе этапы и особенности проявлений вулканизма, его роль в осадконакоплении и гидротермальном изменении пород. Основные аспекты этих исследований изложены в ряде специальных публикаций [12, 13, 19, 20]. Все это в итоге позволило выявить геологические закономерности формирования и размещения кудюров в пределах Ванчинской депрессии с экстраполяцией этих закономерностей на другие территории, подобные в геологическом отношении.

Согласно нашей реконструкции, в период заложения Ванчинская впадина представляла собой замкнутую межгорную котловину с крутым юго-западным тектоническим бортом и более пологим северо-восточным. В тектоническом понимании такую структуру можно назвать односторонним рифтогенным грабеном. Возникший в его пределах озерный бассейн был основным аккумулятором терригенных и вулканокластических осадков. Полученные нами данные о палеоценовом возрасте вулканогенно-осадочных пород, залегающих в основании впадины, свидетельствуют о начале ее формирования в раннем кайнозое (65–50 млн л.н.).

В соответствии с современными представлениями в начальный период кайнозоя территория Сихотэ-Алиня представляла собой активную континентальную окраину Калифорнийского типа с присущими ей активными тектоническими процессами, сопровождаемыми катастрофическими землетрясениями и проявлениями контрастного вулканизма [18]. Именно в этот период в пределах Восточного Сихотэ-Алиня сформировалась целая серия субширотных рифтоподобных магмопроницаемых структур проседания, в их числе, наряду с Ванчинской, Зеркальненская, Максимовская, Светловоднинская, Кедровская, Краскинская, Пойменная, Нарвинская, Амбинская и ряд других. Их образование сопровождалось просадкой земной поверхности на сотни метров с быстрым заполнением провалов сначала молассовыми отложениями (конгломераты и песчаники, образующиеся при разрушении крутых тектонических бортов с примесью вулканогенного материала), позднее – лавами риолитов и андезитов, а также вулканогенно-осадочными и терригенными угленосными отложениями.

В начале эоцена (48–44 млн л.н.) в юго-восточном борту впадины происходили многочисленные эксплозивные и лавовые извержения риолитовой магмы, сформировавшей здесь вулканическую постройку. Судя по современным ее остаткам, сложена она была горизонтами туфов с секущими их эксплозивными брекчиями и экструзивно-лавовыми телами. Значительная часть изверженного материала (вулканического пепла и пемзы) аккумуляровалась в озерном бассейне, о чем свидетельствуют горизонты отложившихся в водной среде витрокластических туфов и вулканических песков.

Извержения кислых магм из близповерхностных очагов завершились около 43 млн л.н. внедрением более глубоких расплавов андезитового состава, которые сформировали небольшую постройку на северо-восточном борту впадины. На современном уровне среза сохранились ее фрагменты, представленные эксплозивными туфоконгломератами, лавовыми потоками и экструзивными телами стекловатых



Фото 1. Фрагмент кудюра в верховьях р. Закан (территория Кавказского государственного биосферного заповедника), где одновременно можно наблюдать сотни животных, поедающих каолинит-гидрослюдистые кудюриты в зоне выветривания сланцевых пород юрского возраста. Типичный литоморфный кудюр с многочисленными местами поедания горных пород в виде выгрызенных и залитых углублений (лизунцов) и пещер, достигающих 3 м в поперечнике и до 2 м глубиной. Сентябрь 1988 г.

Рис. 1. Схематическая геологическая карта Ванчинской угленосной впадины. 1 – четвертичные отложения; 2 – неогеновые конгломераты и песчаники; 3 – эоценовый этап андезитового вулканизма (трахиандезиты, трахидациканы); 4 – эоценовый этап риолитового вулканизма (риолиты, туфы риолитов); 5 – эоценовые угленосные терригенные и вулканогенно-осадочные отложения (аргиллиты, алевролиты, песчаники, туфопесчаники, конгломераты, иногда с прослоями бурых углей и риолитовых туфов); 6 – палеоценовые вулканогенно-осадочные отложения (туфогенные алевролиты и песчаники с прослоями риолитовых туфов); 7 – верхнемеловые-палеоценовые нерасчлененные отложения (преимущественно вулканические породы кислого, среднего и основного состава); 8 – докезойские осадочные и вулканические отложения (преимущественно алевролиты и песчаники); 9 – элементы залегания пород; 10 – разрывные нарушения: установленные (а), предполагаемые (б); 11 – тектонические зоны дробления; 12 – предполагаемая граница впадины; 13 – места сборов ископаемой флоры; 14 – буровые скважины (по фондовым данным); 15 – археологический памятник; 16 – наиболее выраженные культуры

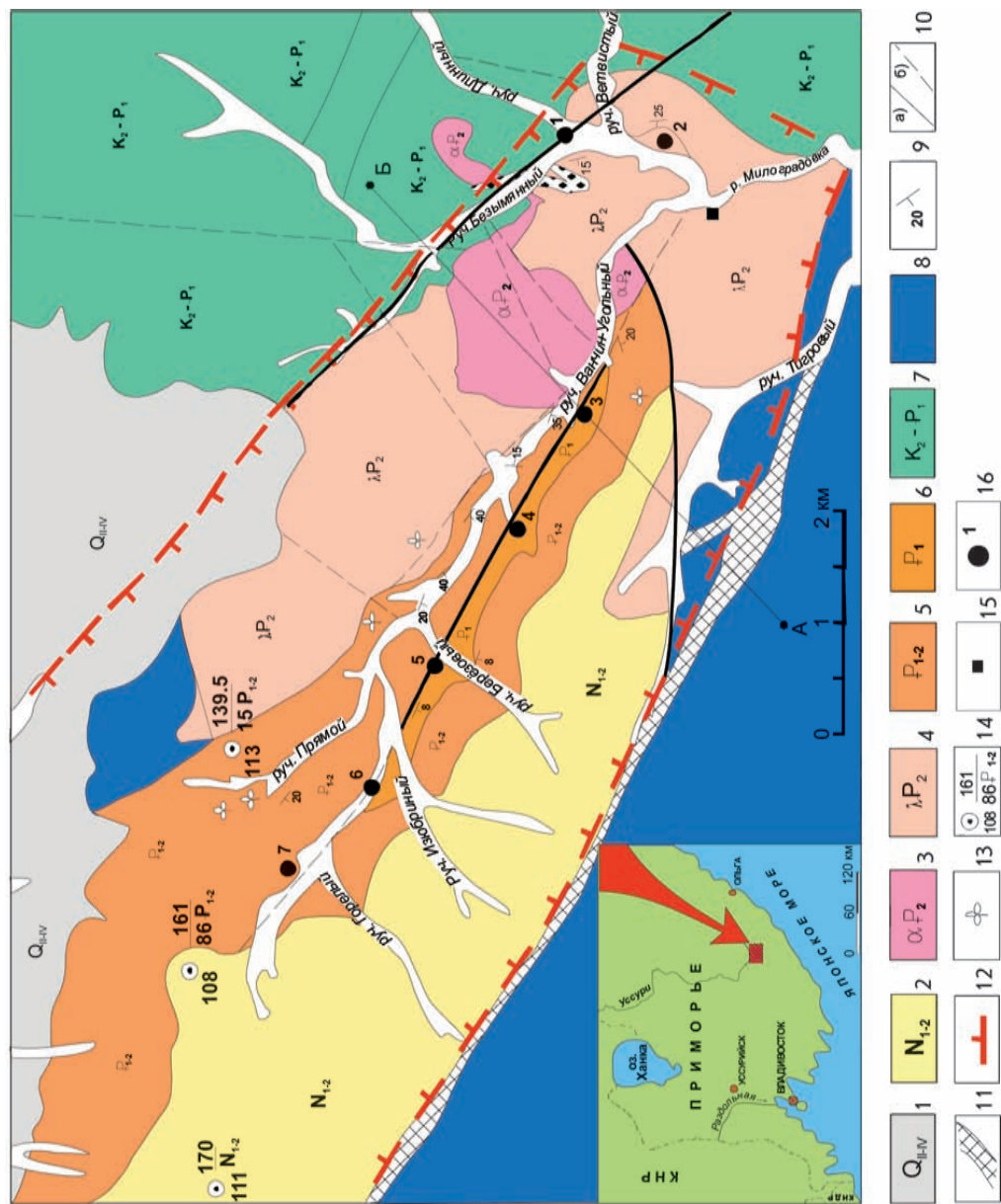




Фото 2. Фрагмент кудора № 4 (см. рис. 1). Обнажение цеолитизированных туфогенно-осадочных пород, вскрытых копытными животными под корнями дерева. В зоне элювия просматриваются теньевые структуры напластования пород местами дезинтегрированных до состояния «халвы»



Фото 3. Следы от зубов копытных животных в глинисто-цеолитовой породе (кудюр № 4)



Фото 4. Фрагмент кудюра № 9 (см. рис. 1). Обнажение цеолитизированных туфогенно-осадочных пород со следами выедания копытными животными. На переднем плане коробок размером 3х6 см



Фото 5. Следы от зубов изюбра на скальной породе крупным планом



Фото 6. Остатки палеоценовой флоры в туфогенно-осадочных породах на кудюре № 9



Фото 7. Лоси на кудюре в верховьях руч. Буреломный, бассейн р. Бикин. Поедаемые породы – цеолититы по туфогенно-осадочным породам палеоцена. Июнь 1983 г.



Фото 8. Следы литофагиальной активности животных в рыхлых отложениях у обнажения цеолитизированных туфов палеоцена на кудюре Большой Каплановский в верховьях р. Колумбе (территория Сихотэ-Алинского государственного биосферного заповедника). Июнь 1985 г.



Фото 9. Общий вид одного из многочисленных кудуров по цеолитизированным пелловым туфам и туфогенно-осадочным породам палеоцена в верховьях р. Лосевка (водораздел рек Бикин и Максимова). Снимок слева сделан в июне 1983 г., снимок справа – май 2005 г.

трахиандезитов. Заключительные этапы бимодального (риолит-трахиандезитового) вулканизма сопровождались интенсивным изменением пород в зонах разгрузки гидротерм вдоль северо-западных зон разломов. В зонах выхода гидротерм обогащенные вулканическим стеклом продукты извержения подвергались метасоматическому преобразованию в смектит-цеолит-опаловые породы. В обводненной части впадины этот процесс местами охватил всю толщу туфогенно-осадочных пород. С поствулканическими процессами риолитового этапа вулканизма связано также и формирование золото-серебряных руд месторождения «Союзное» в пределах Союзненского палеовулкана (северо-восточный фланг впадины), о чем свидетельствуют калий-аргоновые датировки кварц-адуляровых жил с золото-серебряной минерализацией [17].

Бассейн седиментации после основной фазы вулканических извержений сохранился только на северо-западном участке впадины, где началось отложение терригенных аргиллитов и алевролитов с незначительной примесью вулканокластического материала.

В позднемиоценовый этап тектонической перестройки территории Сихотэ-Алиня, сопровождавшийся формированием в ряде районов обширных полей платобазальтов, происходило опускание юго-западного борта Ванчинской впадины с заполнением провала валунно-галечниковыми отложениями, мощность которых местами достигает более 200 м.

В период от позднего миоцена до плейстоцена в Сихотэ-Алине происходили последние масштабные изменения в рельефе, особенно на участках сопряжения главного хребта с субширотными тектоническими зонами, в том числе с Бикинской и Милоградовской. Основные изменения в рельефе в районе Ванчинской впадины в этот период протекали на фоне перехвата левых притоков р. Уссури (в том числе водотока палеодолины руч. Ванчин-Угольный) со смещением к северо-западу линии главного водораздела Сихотэ-Алиня [3]. В процессе перестройки гидросети резко усилился врез ручьевых долин, в том числе Ванчина-Угольного. В результате цокольные террасы палеодолины, организованные разломом северо-западного простирания, «зависли» на бортах современной долины (на высоте до 50 м и более), образовав характерный прерывающийся структурный уступ, удаленный от современного русла до 300 м (рис. 1). К этому уступу приурочена большая часть коренных выходов цеолит-глинистых пород (цеолититов) по вулканогенно-осадочным отложениям на правобережье долины. В настоящее время практически все эти обнажения несут в той или иной мере выраженные признаки литофагиальной активности животных. Вокруг некоторых сформировались характерные ландшафтные комплексы кудюров.

Общая характеристика кудюров и кудюритов р. Ванчин

Большая часть кудюров в этом районе, в том числе все кудюры вдоль правого борта руч. Ванчина-Угольный (рис. 1), приурочены к туфогенно-осадочным породам, отложившимся в палеоцене непосредственно после заложения ванчинской впадины. Пирокластический материал при этом поступал, вероятнее всего, с Союзненского палеовулкана. По внешнему виду коренные породы на кудюрах Ванчина светлые, иногда желтоватых, зеленоватых или розоватых оттенков, часто покрыты темными корками и дендритами окислов железа и марганца. Обнажения разбиты трещинами вдоль и поперек напластования. Среди пород преобладают туфы и туффиты кислого состава от пелитовой до псаммитовой размерности частиц основной массы с харак-

терным для цеолититов «сахарным» обликом на сколе. В шлифах под микроскопом обнаруживается практически полная замещенность основной массы (включая обломки пемз и стеклов) скрытокристаллическим глинисто-цеолитовым веществом. Из цеолитов наряду с клиноптилолитом и гейландитом (которые определяются только рентгенографически) изредка попадаются различные в поляризационном микроскопе агрегаты морденита и натролита.

В породах встречаются слои, содержащие отпечатки ископаемых растений, иногда обугленные (фото 6). Отдельные блоки пород на обнажениях, особенно в прикорневой части деревьев, превращены в рыхлую зернистую массу, которая в обводненном состоянии напоминает халву, а в осушенном – белесую с различными оттенками пыль с примесью песчаной фракции. У подножия коренных обнажений в основании склонов, где просачиваются пластовые воды, могут формироваться обогащенные глинистым веществом переотложенные кудюриты с образованием характерных «раскопыченных» животными грязево-глинистых площадок с лизунцами в тонкодисперсных глинах. Здесь следует отметить, что аналогичные обводненные глинистые породы и почвы характерны для всех гидроморфных кудюров в зоне вулканического пояса Сихотэ-Алиня, формирующихся вблизи источников слабо минерализованных гидрокарбонатных вод. Большая их часть возникает в пределах все тех же цеолитоносных вулкано-тектонических структур кайнозойского возраста.

Количество съедаемого минерального вещества на кудюрах за один раз одним взрослым оленем может измеряться килограммами. Животные могут грызть коренные породы, оставляя характерные отпечатки зубов (фото 3, 5), но чаще поедают или вылизывают элювиальные суглинки и глины в прикорневой части деревьев (фото 2) или в расщелинах между камней. На одном из обнажений отмечено, что животные активно поедают глины непосредственно под пластом угля метровой мощности. В этом единственном случае среди глинистых минералов в пробах преобладали каолинит и хлориты, а не смектиты, что объясняется воздействием углекислых растворов на цеолититы в зоне выветривания под углями.

Внешний облик ванчинских кудюров и кудюритов представленный на фотографиях характерен с теми или иными вариациями для большинства литоморфных кудюров Сихотэ-Алиня. Для сравнения приводятся фотографии кудюров в истоках р. Лосевка (фото 7, 9), а также в верховьях р. Колумбе (фото 8). На двойном снимке (фото 9) запечатлен фрагмент одного и того же кудюра с разрывом в 22 года, что дает представление о темпах ландшафтных трансформаций, происходящих под воздействием животных. Если оценивать приближенно объем съеденных и перемещенных животными пород только на этом кудюре за 22-летний период, то он будет измеряться кубометрами (возможно, до десятка кубометров).

Химический состав «материнских» пород и цеолититов Ванчинской впадины

Как видно из классификационной диаграммы (рис. 2) вулканические породы Ванчинской впадины относятся к риолитам, риодацитам и трахиандезитам, переходящим в трахидациты. Все они относятся к высококалевой серии. Вулканические стекла, слагающие зоны закалки экструзивных тел риолитов, а также отдельные покровные тела характеризуются соотношением K_2O/Na_2O , близким к 1. Близкие значения калий-натриевых отношений сохраняются и в цеолититах. При этом общая

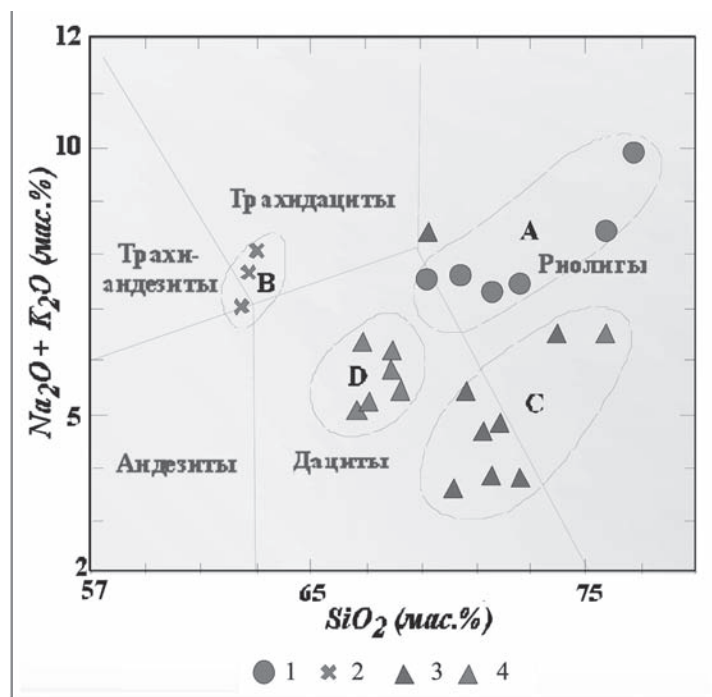


Рис. 2. Классификационная диаграмма исходных горных пород и кудюритов Ванчина. 1 – риолиты и перлиты; 2 – трахиандезиты и трахидациты; 3 – глинисто-цеолитовые метасоматиты (кудюриты) по туфам; 4 – глинисто-цеолитовые метасоматиты (кудюриты) по туфогенным песчаникам

концентрация щелочных элементов и кремнезема в них существенно понижается (рис. 2), а содержание глинозема (Al_2O_3) и кристаллизационной воды возрастает, что связано с гидротермально-метасоматическим изменением исходных пород. На диаграмме цеолититы образуют две относительно обособленные группы. Одна соответствует разностям, формировавшимся по туфогенно-осадочным породам и вулканическим стеклам (рис. 2), вторая – разностям по витрокластическим туфам, отличающаяся в среднем более высокими содержаниями кремнезема. Содержание суммы щелочей в обеих группах сильно варьирует.

Спектры распределения редких и редкоземельных элементов (нормированных по составу верхней коры) «материнских» вулканических пород Ванчинской впадины и производных по ним цеолититам обнаруживают явное сходство (рис. 3). Особенно это характерно для цеолитизированных вулканических стекол. Цеолититы по туфогенно-осадочным породам отличаются более высокими концентрациями гафния, циркония, а также редких земель (рис. 3). Цеолититы по витрокластическим туфам характеризуются повышенными концентрациями микроэлементов халькофильной группы при более низких содержаниях гафния и циркония. Трахиандезиты по сравнению с риолитами и перлитами характеризуются более высоким содержанием бария, стронция и циркония, а также отсутствием европейского минимума, характерного для риолитов. Следует обратить внимание на повышенные во всем комплексе пород Ванчина содержания редкоземельных элементов. При этом наиболее высокие концентрации показывают образцы, содержащие растительный детрит. Тот факт, что угли, переслаивающиеся с цеолитизированными породами в пределах Ванчинской впадины, имеют аналогичный спектр распределения редких элементов, был отмечен еще В.В. Серединым

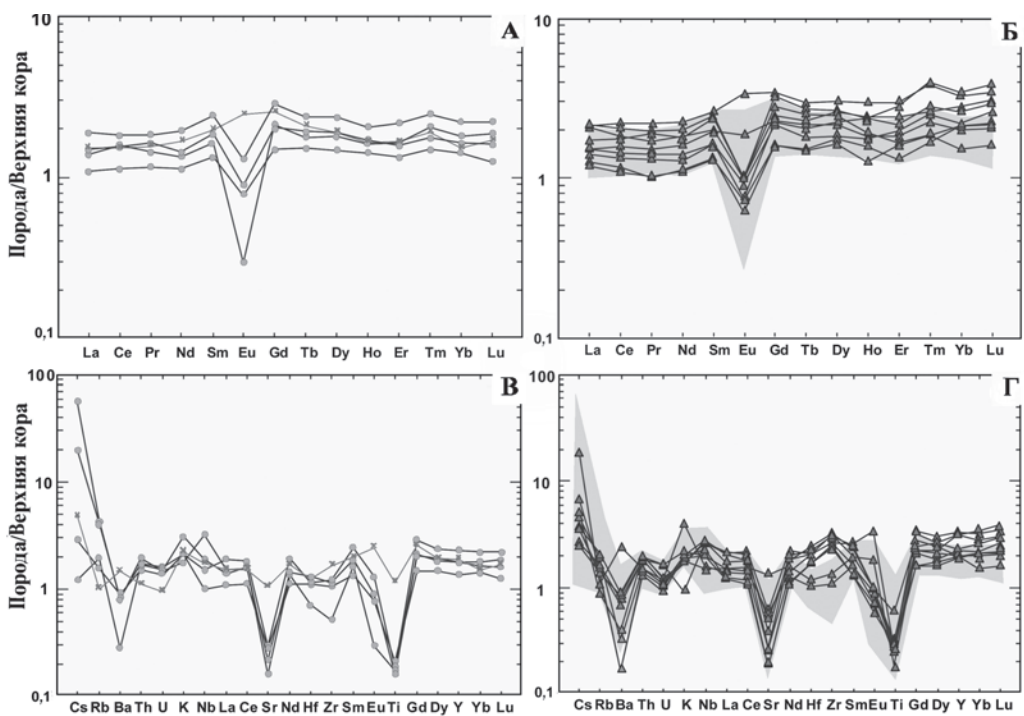


Рис. 3. Диаграммы распределения микроэлементов в исходных горных породах и кудюритах Ванчина. Условные обозначения см. на рис. 2

и М.Я. Шпирт [16]. Концентрация редкоземельных элементов в углях объяснена избирательной их сорбцией гуминовым веществом в процессе гидротермального воздействия. Отсюда высокие концентрации редких земель в образцах кудюритов с существенной примесью растительного шлама можно объяснить тем же – повышенной сорбционной способностью к данной группе элементов, захороненной в породе растительной органики.

Экстраполяции выявленных закономерностей на другие территории

Полученные нами свидетельства синхронности тектонических и магматических событий в цеолитоносных рифтогенных впадинах Сихотэ-Алиня подтолкнули нас к сопоставлению геологической информации по однотипным структурам. В результате было выявлено, что породы основания Ванчинской впадины хорошо коррелируют по литологическому и химическому составу с одновозрастными вулканогенно-осадочными образованиями тадушинской свиты из основания Зеркальненской впадины, которая также включает горизонты цеолитизированных пород. Именно такие породы стали основой для формирования кудюров в бассейне р. Зеркальная [9], в том числе той самой «скалы», которую описал В.К. Арсеньев. Оказалось также, что магматические породы Ванчинской впадины сопоставимы с аналогичными образованиями Кедровской структуры, ранее выделенной нами в верховьях р. Кузнецова на широте р. Бикин [14]. С кислыми вулканическими стеклами и туфами кедровского комплекса также связаны проявления цеолититов, по которым образуются многочисленные кудюры [9].

Собранные нами ранее данные о распространении и геологической природе кудюров по другим районам Сихотэ-Алиня [9], в том числе верховьям р. Колумбе, в районе г. Солонцовая, верховьям рек Террасная и Светловодная (левых притоков р. Бикин), верховьям р. Фурмановка (приток р. Аввакумовка), с учетом новой геологической информации дают нам право утверждать, что большинство кудюров во всех перечисленных местонахождениях по генезису, вещественному составу и геохимии кудюритов также аналоги ванчинских. Очень сходные ситуации, если судить по тем сведениям, которые были собраны нашими коллегами из ДВГИ ДВО РАН, наблюдаются на кудюрах в горах Сунтар-Хаята, а также на Чукотке.

Выводы

Главный вывод, который вытекает из проделанной работы, состоит в том, что большинство кудюров Сихотэ-Алиня (похоже, что аналогичная ситуация будет обнаружена и по другим вулканическим поясам тихоокеанского побережья) формируется по выходам цеолитизированных вулканических и вулканогенно-осадочных первично стекловатых пород преимущественно риолитового состава – продуктам бимодального вулканизма в пределах кайнозойских рифтогенных впадин. Приуроченность кудюрных ландшафтных комплексов к кайнозойским рифтогенным впадинам предопределяет места их локального формирования в пределах Восточно-Сихотэ-Алинского вулканического пояса с отсутствием подобных объектов на большей части его территории, где преобладают верхнемеловые кислые вулканы приморской серии. Объясняется этот факт, вероятнее всего, тем, что на раннем этапе развития вулканического пояса кислый вулканизм был принципиально иным по характеру извержения кислого расплава, по геохимической специфике сопутствующего флюидного потока и, соответственно, по минерало-геохимической специфике формировавшегося комплекса горных пород. Кислый вулканизм на этапе заложения вулканического пояса характеризовался выбросом колоссальных объемов газонасыщенного пирокластического уже в той или иной мере раскристаллизованного материала, который отлагался в виде однородных толщ игнимбритоподобных пород, достигавших нередко километровых мощностей. Для таких отложений характерно отсутствие в разрезах скоплений вулканического стекла, пригодного для формирования объемных залежей цеолитовых пород. В составе сопутствующих флюидов и гидротерм было сравнительно много серы, которая на этапе гидротермального преобразования пород предопределяла сернокислотный тип вторичного минералообразования.

Таким образом, локальный характер проявлений специфического вулканизма в Сихотэ-Алине еще в раннем кайнозое предопределил размещение ареалов цеолитовой минерализации и вместе с этим географию будущих кудюрных комплексов. Данный фактор мог определять как места концентрации травоядных млекопитающих животных в горных местообитаниях, так и характер их сезонных перемещений на протяжении миллионов лет. Одним из косвенных свидетельств существования районов, где кудюры формируются на протяжении тысячелетий, может быть наличие поблизости археологических памятников с характерными артефактами. Такой памятник эпохи камня с многочисленными наконечниками охотничьих стрел и копий обнаружен в приустье части руч. Ванчин-Угольный (рис. 1).

Литература

1. *Арсеньев В.К.* По Уссурийскому краю. Хабаровск, 1960.
2. *Капланов Л.Г.* Тигр. Изюбр. Лось // Бюл. МОИП. Отд. зоол. 1949. Вып.14. С. 18-126.
3. *Короткий А.М.* О явлении перестройки плана гидрографической сети в Сихотэ-Алине // Вопросы геологии и океанологии советского сектора Тихоокеанского подвижного пояса. Владивосток, 1968. С. 315-322.
4. *Ливеровский Ю.А.* Зверовые солонцы Сихотэ-Алиня // Учен. зап. МГУ. Биогеография. 1959. Вып. 189. С. 66-77.
5. *Марицун Ю.И.* Приморские солонцы // Охота и охотничье хозяйство. 1957. № 7. С. 15.
6. *Матюшкин Е. Н.* Деятельность копытных как фактор преобразования природных комплексов зверовых солонцов // Бюл. МОИП. Отд. биол. 1971. Т. 77. Вып. 6. С. 38-44.
7. *Михайлов А.С., Буров А.И., Аблямитов П.О.* Промышленная цеолитоносность Сибири и Дальнего Востока. М.: ВИЭМС, 1980. 44 с.
8. *Мурзаев Э.М.* Словарь народных географических терминов. М.: Мысль, 1984. 653 с.
9. *Паничев А.М.* Зверовые солонцы Сихотэ-Алиня. Владивосток: Изд-во ДВНЦ, 1987. 215 с.
10. *Паничев А.М.* Литофагия в мире животных и человека М.: Наука. 1990. 220 с.
11. *Паничев. А.М., Богомолот Н.И., Бгатовая Н.П., Силкин С.Н., Гульков А.Н.* Цеолиты в хирургии. Владивосток. Изд-во ДВГТУ, 2004. 120 с.
12. *Паничев А.М., Чекрыжов И.Ю., Попов В.К.* Особенности минералогии и геохимии кудюритов Сихотэ-Алиня. Биокосные взаимодействия: жизнь и камень // Материалы II международного симпозиума. Санкт-Петербург, 2004. С. 59-63.
13. *Попов В.К., Рассказов С.В., Чекрыжов И.Ю., Брандт И.С., Брандт С.Б.* Калий-аргоновые датировки и геохимические характеристики кайнозойских трахибазальтов и трахиандезитов Приморья // Тр. науч. школы «Щелочной магматизм Земли». М., 2005. С.133-135.
14. *Попов В.К.* Петрология палеоген-неогеновых комплексов Восточного Сихотэ-Алиня. Владивосток: ДВНЦ ДВО АН СССР, 1986. 156 с.
15. *Середин В.В.* О новом типе редкоземельного оруденения кайнозойских угленосных впадин // ДАН СССР, 1991. Т. 320. № 6. С. 1446-1450.
16. *Середин В.В., Шпирт М.Я.* Редкоземельные элементы в гуминовом веществе металлоносных углей // Литология и полез. ископаемые. 1999. № 3. С. 281-286.
17. *Томсон И.Н., Полякова О.П., Сидоров А.А., Алексеев В.Ю.* Золото-серебряное месторождение Союзное в Приморье и его перспективы (Россия) // Геология рудных месторождений. 2002. Т. 44. № 4. С. 304-313.
18. *Ханчук А.И., Голозубов В.В, Мартынов Ю.А., Симащенко В.П.* Раннемеловая и палеогеновая трансформные окраины (калифорнийский тип) Дальнего Востока России // Тектоника Азии. Тезисы XXX тектонического совещания. М, 1997. С. 240-243.
19. *Чекрыжов И.Ю., Попов В.К., Паничев А.М., Середин В.В., Смирнова Е.В.* Новые данные по стратиграфии, вулканизму и цеолитовой минерализации кайнозойской Ванчинской впадины, Приморский край // Тихоокеанская геология, 2009 (в печати).
20. *Chekrizhov I.Y., Popov V.K., Panichev A.M.* Geochemistry and geodynamic regimes of formation of paleogenic zeolite-bearing volcaogenic complexes of Primorye. Metallogeny of the Pacific Northwest: tectonics, magmatism and metallogeny of active continental margins // Proceedings of the Interim IA -GOD Conference Vladivostok, Russia, 1-20 September 2004. P. 35-38.