

лась на 19 %. Таким образом, сокращение запасов льда происходит в большей степени за счет уменьшения толщины ледника.

Авторы выражают благодарность к.г.н., доценту В.П. Галахову за предоставленные материалы.

Работа выполнена в рамках программы Президиума РАН, Проект 16.12. «Ледники как индикаторы опустынивания Центральной Азии».

Литература

1. Галахов В.П., Мухаметов Р.М. Ледники Алтая. – Новосибирск: Наука, 1999. – 136 с.
2. Ревакин В.С., Галахов В.П., Голещихин В.П. Горноледниковые бассейны Алтая – Томск: Изд-во ТГУ, 1979. – 310 с.
3. Никитин С.А., Веснин А.В., Осипов А.В., Игловская Н.В. Распределение объемов льда в западной части Катунского хребта по данным радиолокационного зондирования // Вестник ТГУ. – 2001. – № 274. – С. 34-39.
4. Нарожный Ю.К., Никитин С.А. Современное оледенение Алтая на рубеже XXI века // Материалы гляциологических исследований. – 2003. – Вып. 95. – С. 93-101.

ГОРНОЕ ОЛЕДЕНИЕ: РЕЛЬЕФ И ГЕОХИМИЧЕСКИЕ ЛАНДШАФТЫ САЯНО-БАЙКАЛЬСКОЙ ГОРНОЙ ОБЛАСТИ

Тайсаев Т.Т.

Бурятский государственный университет, г. Улан-Удэ, taisaev@bsu.ru

Л.И. Ивановский внес огромный вклад в изучение ледникового рельефа гор Сибири и Дальнего Востока [1, 2]. Особенно ценны методологические проблемы изучения экзогенных процессов.

В позднем плейстоцене в результате горного оледенения в Саяно-Байкальской горной области произошло вскрытие и разрушение рудных месторождений и геохимически специализированных формаций. В Восточном Саяне в ледниковых долинах открыты золоторудные месторождения Зун-Холбинское, Барун-Холбинское, Гранитное, Пионерское и др., месторождения фосфоритов, бокситов, железных руд. Крупнейшие месторождения фосфоритов Прихубсугуля (Монголия) вскрыты горнодолинными ледниками. В Северном Прибайкалье и Забайкалье в ледниковых долинах открыты Байкальское и Чайское медно-никелевые, Ирокиндинское, Кедровское и другие золоторудные, крупнейшее Холоднинское колчеданно-полиметаллическое, Удоканское медное и Чинейское титаномангнетитовое. Глубина вскрытия ледниками месторождений и рудоносных формаций достигает 300-700 м.

Ледники создали в гольцах исходный литогенный каркас рельефа (кары, трог, котловины выпахивания с озерами и т.д.) для развития каскадных ландшафтно-геохимических систем (КЛГС) с однонаправленными потоками вещества [3]. Глубокое расчленение рельефа ледниками рудных районов и гипербазитовых массивов резко увеличило геохимическую информацию в долинных ландшафтах за счет вскрытия различных по составу геологических формаций рудных зон, мобилизации рудных элементов с водосборных площадей. КЛГС золоторудных полей и гипербазитовых массивов Восточного Саяна на склонах Китайских и Оспинских гольцов, Северного Прибайкалья и Забайкалья в пределах хр. Довырен и Южно-Муйского хребтов сопровождаются литохимическими потоками золота, меди, никеля, хрома, кобальта и аномалиями их в осадках озер [4]. С ледниково-речными потоками гипербазитовых массивов связаны и валунные россыпи высококачественного зеленого и белого нефрита. Зеленый нефрит из россыпей добывался и использовался древним человеком (неолит-ранняя бронза) Прибайкалья. Широкое развитие получили изделия из нефрита. По мнению академика П.А. Окладникова, в Южной Сибири возникла «нефритовая» культура. В XVIII-XIX вв. валуны зеленого нефрита из горных рек предгорий Восточного Саяна в большом количестве доставлялись в Санкт-Петербург и Москву. Нефритовые изделия из России поступали на мировой рынок. В настоящее время нефритовые россыпи Восточного Саяна отработаны, нефрит добывается из коренных месторождений гипербазитовых массивов.

В ледниковых долинах водные потоки имеют ступенчатый продольный профиль, связанный с чередованием ригелей и котловин выпахивания с озерами. Висячие кары и троговые долины прорезаны ущельями с водопадами. Многочисленные каскадные озера в каровых и троговых долинах являются характерными структурными элементами КЛГС. В таких озерах происходит накопление рудных элементов.

В золоторудных полях концентрация золота в донных осадках озер колеблется от 0,005 до 1,0 г/т и зависит от масштаба минерализации, геолого-геоморфологических условий и расположения

рудных зон на склонах каров и трогов. Наиболее высокие концентрации золота выявлены в осадках карового озера Пионерского месторождения. Здесь кар заложен по золоторудной зоне – серии сближенных золото – кварцевых жил и жильных зон. Глубина вреза кара в рудную зону составляют 250 м. Вынос золота с курумных склонов кара в озеро идет по многочисленным ложбинам стока. В озеро выносятся мелкое и тонкое золото, более крупное остается на склоне вблизи зон минерализации, образуя остаточные элювиально-делювиальные ореолы типа ложковой россыпи. В илах озера среднее содержание золота равно 0,47 г/т с колебаниями от 0,2 до 1,0 г/т. Преобладающие размеры золотин составляют от 0,1х0,05 и 0,05х0,05, редко встречаются – 0,4х0,15 и 0,15х0,10 мм [5]. Тонкое золото составляет основной миграционный резерв механических ореолов рассеяния золота на курумном склоне, где золото переносится в составе взвесей водного потока. Это золото слагает суффозиозные ореолы и связанные с ними аномалии в илах ледниковых озер. Они представляют ловушки – геохимические барьеры концентрации золота в ледниковых долинах на южных склонах Китойских гольцов. В ледниковой долине многочисленные коренные источники золота образуют прерывистую систему изолированных озерных аномалий. После заиливания озера эти аномалии дают начало потоков рассеяния до следующего озера. Так, в ледниковых долинах на участках экзарации формируются система литохимических потоков золота, меди, никеля, хрома, кобальта: озерные аномалии – потоки рассеяния – озерные аномалии и т.д. После полного заиливания озер ледниковой долины золоторудное поле и гипербазитовые массивы отражаются единым контрастным потоком рассеяния значительной протяженности.

Таким образом, в районах ледниковой экзарации характер проявления потоков рассеяния зависит от степени заполнения озер осадками и последующего их размыва рекой. Интерес представляют металлоносные озерные илы. В золоторудных полях вблизи богатых зон минерализации с окисленными рудами при благоприятных ландшафтно-геохимических условиях в осадках ледниковых озер Восточного Саяна и Северного Забайкалья накапливается значительное количество мелкого и тонкого золота. По данным поисковых работ бывшего ПГО «Бурятгеология» в подпрудной котловине Пра-Ирокинды и Ирокиндинском золоторудном поле выявлены золотоносные озерно-речные отложения мощностью 150-170 м.

Металлоносные илы формируются в Северном Прибайкалье в ледниковом озере Иняптук, куда поступает литохимический поток никеля, меди, кобальта и хрома сульфидной медно-никелевой зоны Йоко-Довыренского гипербазитового массива. От Чайского сульфидного медно-никелевого месторождения, связанного с одноименным гипербазит-ультраосновным массивом, формируется по ледниковой долине р. Чаи литохимический поток никеля, меди, кобальта и хрома протяженностью более 10 км.

В гольцовых ландшафтах характерна биогенная миграция и концентрация золота. Особенно ярко она проявляется в ландшафтах золоторудных полей в ледниковых долинах верховья р. Китоя. Высокие концентрации золота (более 1 г/т) выявлены в черных листовых лишайниках на глыбах и скальных обнажениях золотосодержащих пород. Золото по пищевой цепи поступает в организм животных, обитающих в подобных ландшафтах. В организме сусликов, обитающих на золотоносных моренах по долине р. Самарты, содержание золота до 0,5-1,5 г/т (в 100-150 раз) выше, чем в фоновых – степях Мондинской котловины. Биогенная миграция золота усиливается летом на высокогорных пастбищах – лугово-болотных ландшафтах золоторудных полей, где пасутся тысячи голов крупнорогатого скота и лошадей.

Важной особенностью КЛГС является биоразнообразие геохимических ландшафтов, сопряженное сочетание гольцовых, горно-тундровых, таежных, горностепных и озерно-речных видов флоры и фауны. В Восточном Саяне и Прихубсугулье в пределах КЛГС рудных полей и рудносных комплексов (фосфоритоносных, бокситоносных, железорудных, черносланцевых) формируются самобытные и высокопродуктивные горные экосистемы с богатым биоразнообразием. Здесь сохранились редкие и исчезающие виды растений и животных, реликтовые виды. Богаты хариусом, леком и тайменями озерно-болотно-речные экосистемы ледниковых долин. Таковыми являются ландшафты р. Черного Иркуты в Ильчирской котловине на Окинском плато. Здесь ледники в черносланцевой толще и офиолитах выработали котловины выпашивания, занятые продуктивными озерами и болотами. Геохимические ландшафты кислого глеевого класса на сульфидизированных черных сланцах с повышенным содержанием Au, U, Mo, V, Cu, Zn и др. – это лучшие отгонные пастбища России (Алтай, Тыва, Бурятия) и Монголии, которые дают экологически чистую мясную продукцию с высокими вкусовыми и лечебными качествами.

Эталоном подобных геохимических ландшафтов, кальциевого класса являются сухие степи Мондинской котловины, сформировавшиеся на месте ледоёма. Эти ландшафты возникли на карбонатных и вулканических породах. Здесь в условиях экстроконтинентального климата на уступах се-

верного борта котловины возникли настоящие дерновинно-злаковые и криофитные степи в сочетании с петрофитными разнотравно-злаковыми степями [6]. Это своеобразная экспозиционная степь и листовенничная лесостепь на высотах 1300-1600 м южного макросклона Тункинских гольцов. На днище и склонах котловины сухие степи подвергаются почти круглогодичному выпасу овец и крупнорогатого скота. Молоко и мясо животных отличаются высокими вкусовыми качествами. Эколого-геохимические особенности такого феномена природной среды еще недостаточно изучены. Актуальна эта проблема в связи с расширением туризма через трансграничную территорию Тункинского и Хубсунурского национальных парков и организацией питания туристов в с. Мондах. Национальная бурятская кухня, равно как и монгольская, являются важным компонентом рекреационного потенциала территории.

Особый интерес представляют гольцовые ландшафты кальциевого и кальциево-кислого класса на карбонатных, фосфоратоносных, ультраосновных и вулканических породах Прихубсугулья, Большого Саяна, Тункинских и Китойских гольцов – места обитания редких и исчезающих видов животных – снежного барса, горного барана и козла. Сохранение таких ландшафтов – первостепенная задача.

При разработке Зун-Холбинского и Ирокиндинского золоторудных месторождений в составе КЛГС возникли техногенные системы рудников. Ирокиндинский рудник сопровождается русловым техногенным потоком Au, Hg, Pb, Cu протяженностью более 12 км. Ртуть в речные осадки поступает из хвостохранилища золотоизвлекающей фабрики, где она использовалась при амальгамации золота. На старом хвостохранилище на площади 18 580 м² накопилось более 155 тыс. т. техногенных песков со средним содержанием золота 2 г/т и ртути 500х10⁻⁶% (данные ОАО «Бурятзолото»). Техногенный поток ртути в осадках р. Ирокинда является источником экологического риска для жителей поселка и водной биоты.

Литература

1. Ивановский Л.Н. Гляциальная геоморфология гор (на примере Сибири и Дальнего Востока). – Новосибирск: Наука, 1981. – 174 с.
2. Ивановский Л.Н. Экзогенная литодинамика горных стран. – Новосибирск: Наука, 1993. – 160 с.
3. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. – М.: Астрель, 1999. – 768 с.
4. Тайсаев Т.Т. Литохимические потоки рассеяния золота в областях горного оледенения Сибири // Доклады АН. – 1985. – Т. 282, № 3. – С. 693-696.
5. Тайсаев Т.Т. Золотоносные илы ледниковых озер и содержание золота в них / Тайсаев Т.Т., Прокопчук С.И. // Доклады АН. – 1986. – Т. 289, № 2. – С. 494-497.
6. Холбоева С.А., Намзалов Б.Б. Степи Тункинской котловины (юго-западное Прибайкалье). – Улан-Удэ: Изд-во Бурят. гос. ун-та, 2000. – 116 с.

ОЛЕДЕНЕНИЕ ГОР СИБИРИ И ИНТЕРПРЕТАЦИЯ ЕГО СЛЕДОВ С ПОЗИЦИЙ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГЛЯЦИАЛЬНЫХ И МЕРЗЛОТНЫХ ПРОЦЕССОВ

Шейнкман В.С.

Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, г. Иркутск, vlad.sheinkman@mail.ru

Главной особенностью оледенения в горном обрамлении Сибири, охватывающем ее с юга и востока (далее в тексте – *горы Сибири*), в течение всего плейстоцена было то, что оно накладывалось на развитие многолетнемерзлых пород (ММП). Криогенез в такой ситуации охватывает все горные породы, включая слагающие тело ледников, и последние становятся специфическим компонентом криолитозоны, тесно связанным с формирующимися в при- и предледниковой зоне криогенными льдами [7-9]. Своеобразными становятся тогда и оставляемые оледенением следы.

В качестве маркеров оледенения обычно используются разновозрастные морены – разделенные в разрезах или лежащие на разном расстоянии друг от друга на поверхности. Главными реперами среди них являются конечные морены, которые показывают максимальное продвижение ледников в соответствующий период, но они сохраняются далеко не всегда, что порождает при интерпретации следов ледников острую полемику [2, 3]. Тем более что в Сибири морены входят в состав сложно построенных морфолитогенных комплексов, в формировании которых участвуют не только ледники, но и криогенные льды [8, 9]. Среди последних выделяются наледи, которые по общему объему эрозионно-аккумулятивной деятельности порой сопоставимы с ледниками, хотя проводят ее по-иному [1, 5,