

СНЕЖНЫЙ ПОКРОВ И ЛЕДНИКИ

УДК 551.345

**КРИОГЕНЕЗ И ЛЕДНИКИ В АНДАХ МЕНДОСЫ, АРГЕНТИНА:  
НАСТОЯЩЕЕ И ПРОШЛОЕ**

**А.П. Горбунов**

*Казахстанская высокогорная геокриологическая лаборатория Института мерзлотоведения СО РАН,  
050000, Алматы, а/я 138, Казахстан, permafrost@nets.kz*

В Андах Мендосы и на их предгорной равнине сохранились отчетливые следы плиоценового (максимального) и плейстоценовых оледенений. Древние каменные глетчеры и морены с криогенными деформациями позволяют реконструировать климатические условия прошлого. Материалы новейших исследований озерных отложений Байкала, отражающие глобальные смены криохронов термохронами, использованы для уточнения датирования указанных событий, ранее происходивших в Аргентине. Проведено сравнение криогенеза и характера оледенения в настоящее время и в плиоцене, плейстоцене.

*Древние каменные глетчеры, оледенение, криохрон, клиновидные грунтовые структуры*

**CRYOGENESIS AND GLACIERS IN THE ANDES OF MENDOZA, ARGENTINA:  
MODERN AND PAST**

**A.P. Gorbunov**

*Permafrost Institute SB RAS, Kazakhstan Alpine Permafrost laboratory,  
050000, Almaty, P/O box 138, Kazakhstan, permafrost@nets.kz*

In the Andes of Mendoza and on their foothill plain the distinct traces of Pliocene (maximal) and Pleistocene glaciations have remained. Fossil rock glaciers, moraines with cryogenic deformations allow reconstructing the climatic conditions of the past. Materials of the latest researches of lacustrine deposits of Baikal, reflecting the global replacements of cryochrons by thermochrons, are used for specification of dating of the marked events of the past in Argentina. The modern cryogenesis and the character of glaciation are compared with those in Pliocene and Pleistocene.

*Fossil rock glaciers, glaciation, cryochron, wedge-like ground structures*

**ВВЕДЕНИЕ**

Субтропики Аргентины района Мендосы весьма примечательны в отношении криогенеза и оледенения, особенно это касается древних ледников и палеокриогенных образований.

Рассматриваемая территория охватывает три провинции Аргентины – Мендоса, Сан-Хуан и Сан-Луис. В колониальную эпоху (до 1816 г.) регион было принято именовать Куйо. И ныне этот топоним иногда присутствует в различных публикациях. Куйо расположен между 28°30' и 37°30' ю.ш., 70°15' и 65°30' з.д. Пространство находится в интервалах абсолютных высот 300–6962 м. Здесь, в провинции Мендосы, высится высочайшая вершина Анд и всего южного полушария – Аконкагуа. По последним данным аргентинских источников, ее высота 6962 м. Название горы восходит к языку инков и означает „Страж камней“. Есть и другие этимологические версии.

В настоящей работе рассматривается та часть Куйо, которая находится в провинциях Мендоса и Сан-Хуан, в пределах 30°–33° ю.ш. и 69°15'–71°00' з.д. Здесь располагаются наиболее значительные горные поднятия – Главная Кордильера с Аконкагуа, расположенная вдоль границы Чили и Аргентины, Передовая Кордильера с вершинами, воздымающимися почти до 6000 м, и Прекордильера. Последняя поднимается в этих местах примерно до 2800 м. На крайнем востоке, частично входящем в наш регион, высится обособленный горный массив Сьеррас-де-Кордова (2884 м).

Вечная мерзлота Южной Америки приурочена исключительно к горам. Она прослеживается от 9° с.ш. (массив Сьерра-Невада-де-Санта-Марта, Колумбия) до 55° ю.ш. (горы о. Огненная Земля). На крайнем севере этого пространства граница пояса вечной мерзлоты располагается на абсолют-

ных высотах порядка 4800 м, на крайнем юге – 800–900 м. Самое высокое положение (5500 м) она занимает в тропическом поясе Перуанских Анд. Площадь распространения вечной мерзлоты в Южной Америке, по разным оценкам, равна 270 000–268 000 км<sup>2</sup> [Haerberli et al., 1993; Горбунов, 2003]. Однако наблюдается тенденция к увеличению этой оценки. Вполне возможно, что при использовании карт крупного масштаба приведенные величины превысят 300 000 км<sup>2</sup>. Такая тенденция, например, зафиксирована при определении площадей распространения криолитозоны в горах Центральной Азии.

Площадь современного оледенения континента порядка 33 000 км<sup>2</sup> [Долгушин, Осипова, 1989]. Абсолютная высота снеговой границы варьирует в пределах 6000–1000 м. Самое высокое положение она занимает в тропиках, а в экваториальном и субэкваториальном поясах, где существенно влажнее, эта граница снижается до 5000 м. В субтропиках она располагается в основном в интервале высот 4500–3000 м, а на крайнем юге, на Огненной Земле, снеговая линия снижается до 1500–1000 м. Самыми крупными очагами оледенения являются Северное и Южное ледниковые плато. Первое (под 47° ю.ш.) занимает площадь в 7600 км<sup>2</sup>, второе (50° ю.ш.) – 12 000 км<sup>2</sup> [Долгушин, Осипова, 1989]. Следовательно, на их долю приходится более половины всей площади оледенения Южной Америки.

В экстремально холодные эпохи плейстоцена и плейстоцена площади оледенения и распространения вечной мерзлоты были существенно большими.

## ДИСКУССИЯ

Наиболее изученными в отношении геоэкологии на рассматриваемой территории являются бассейны рек Аква Негра (система реки Сан-Хуан) и Бланко (система реки Мендоса). Первый расположен в Главной Кордильере, под 30° ю.ш., в районе перевала с высотной отметкой 4780 м, второй – в горном отроге Передовой Кордильеры, в Кордон дель Плата (*в пер. с испан.* Серебряный хребет), под 33° ю.ш.

Климат региона в пределах предгорной равнины аридно-субтропический. В городе Мендоса на абсолютной высоте 830 м, где средняя годовая температура воздуха порядка 15 °С, выпадает около 200 мм атмосферных осадков. По мере поднятия в горы количество осадков возрастает, а температура воздуха снижается. Например, в Кордон дель Плата на абсолютной высоте 2240 м средние годовые температуры воздуха 6 °С, а осадки порядка 600 мм. На высоте 3450 м происходит переход положительных средних годовых температур воздуха в отрицательные, а количество осадков возрастает до 800 мм. В бассейне Аква Негра нуле-

вая годовая изотерма располагается на высотах 3800–4000 м. Здесь значительно суше: на высотах 3100 и 3840 м годовая норма атмосферных осадков составляет 161 и 227 мм соответственно. Следует заметить, что в различных публикациях по рассматриваемому региону приводятся неоднозначные оценки высотного положения нулевой изотермы средней годовой температуры воздуха. Они не всегда соответствуют расчетным высотным температурным градиентам. Так, в монографии Л. Шротта [Schrott, 1994] этот градиент меняется от 0,49 до 0,57 °С/100 м. Однако на абсолютной высоте 4720 м зафиксирована средняя годовая температура воздуха –2,3 °С, а в той же долине, но на высоте 4150 м она порядка –1,5 °С. Следовательно, градиент значительно меньше 0,2 °С/100 м. Видимо, все это объясняется тем, что на высоте 4720 м температуры измерялись на каменном глетчере, поверхность которого обращена на северо-восток, в то время как второй пункт находится на склоне западной экспозиции вне каменного глетчера. Можно сделать вывод: температурные характеристики воздуха существенно зависят не только от абсолютной высоты местности, но и от локальных условий.

Геоэкологическая высотная зональность в Куйо представлена поясами кратковременного, сезонного и многолетнего промерзания почв и горных пород.

Самый нижний пояс расположен в основном в интервале абсолютных высот 1000–2000 м. В зимнее время почва промерзает, как правило, ночью на несколько сантиметров вглубь. Редко, в среднем не более 20 дней в году, случаются заморозки на почве даже на высотах около 800 м, но они не играют сколько-нибудь заметной роли в криогенезе. В поясе кратковременного промерзания криогенный процесс порождает комковатые поверхности с земляными шишками наббинами (nubbin) на оголенных участках или вызывает смещение почвенных частичек и мелких камней на склонах. Однако в условиях кустарниковой пустыни на указанных высотах из-за высокой сухости деятельность стебелькового льда эпизодична. Только выше, в пределах поясов сезонного и многолетнего промерзания она более существенна. Здесь встречаются участки склонов, на которых растительный покров полностью или частично разрушен [Troll, 1973].

Пояс сезонного промерзания располагается в основном в диапазоне высот 2000–4000 м. Для сезонного промерзания очень характерен неустойчивый режим. Часто наблюдается дневное оттаивание поверхностного слоя на глубину нескольких сантиметров с последующим полным его промерзанием в ночное время. По свидетельству Л. Шротта [Schrott, 1994], даже на высотах порядка 4700 м на дневной поверхности в течение года

наблюдается до 314 переходов температуры через 0 °С. А на глубине 10 см таких переходов около 190. За счет сезонного и особенно кратковременного промерзания–протаивания формируются разнообразные микроформы криогенного рельефа – задернованные солифлюкционные ступени, полосчатые и полигональные грунты.

Пояс многолетнего промерзания в Кордон дель Плата (33° ю.ш.) располагается выше 3500 м, а в бассейне Аква Негро (30° ю.ш.) – 4000 м. Следует заметить, что нижняя граница этого пояса определяется крайне разноречиво. У одних авторов, например, в Кордон дель Плата она смещается до 3200 м, где средние годовые температуры воздуха около 1,5 °С, у других – поднимается до 3800 м, где эти температуры порядка –2 °С [Corte, 1991; Trombotto, 2000]. В Андах провинции Сан-Хуан (31°30' ю.ш.) вечная мерзлота отмечена даже на высоте 3150 м, а пальса – вблизи изогипсы 3050 м [Simon, 1984].

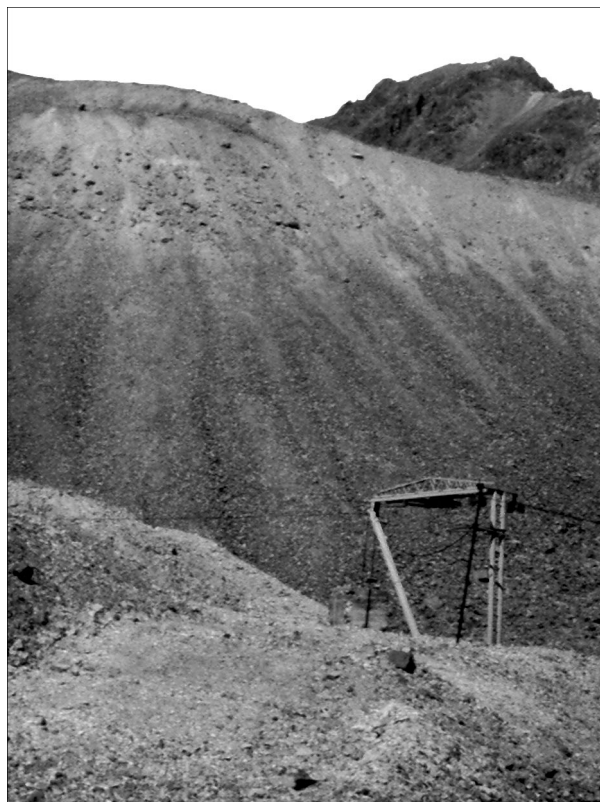
Все это указывает на существенную локальную изменчивость геокриологических условий. Об этом свидетельствует весьма интересная работа В. Вайне [Wayne, 1984]. Автор отмечает, что в Кордон дель Плата на абсолютной высоте 3500 м в зависимости от местоположения участка средние годовые температуры воздуха существенно различаются. Например, на затененном обрывистом склоне южной экспозиции эта температура на 4 °С ниже, чем на солнечном склоне северной экспозиции. Она на 3 °С ниже обычной температуры для этого высотного уровня. Автор не объясняет причин столь резкого контраста температур воздуха. Можно предположить, что главной причиной здесь является высокая сухость воздуха и его малая подвижность в продолжительные промежутки времени в течение года.

В поясе многолетнего промерзания широко представлены структурные грунты, солифлюкционные формы и особенно активные и неактивные каменные глетчеры. Термокарстовые просадки на активных каменных глетчерах достигают 300 м в поперечнике [Corte, Espizua, 1981]. Здесь можно встретить почти все криогенные формы рельефа, отсутствуют только пинго, полигональные структуры с повторно-жильными льдами, нагорные террасы. В статье Д. Тромботто [Trombotto, 2000] отмечены наледи, курумы и „бороздящие” (ploughing) валуны, но в ней отсутствуют конкретные сведения о закономерностях их распространения и морфологии.

О нагорных террасах заметим следующее. В зарубежных публикациях они именуются криопланационными или альтипланационными террасами, к которым нередко относят нивальные ниши. Например, в статье Д. Тромботто [2000] образование на фотографии 17, которое названо криопланационной поверхностью, следовало бы отнести к

числу нивальных ниш. Криопланация упомянута и в монографии Д. Шротта [Schrott, 1994], но отсутствие конкретной информации о ней не дает представления о формах рельефа, которые она порождает. Поэтому вопрос о присутствии в Андах Мендосы нагорных террас остается открытым. Все обнаруженные криогенные явления и процессы распространены в основном в интервале высот 3300–4800 м над уровнем моря.

Активные каменные глетчеры (рис. 1) на склонах и в долинах южной ориентации приурочены главным образом к диапазону высот 3300–4800 м, а северной – 3500–4750 м [Espizua, 1983]. Самый значительный по размерам активный каменный глетчер в Кордон дель Плата достигает в длину 5,5 км. В бассейне р. Мендоса, площадь которого 6311 км<sup>2</sup>, насчитывается не менее 740 активных каменных глетчеров [Corte, Espizua, 1981]. Активные каменные глетчеры Анд Мендосы занимают примерно одинаковые площади в сравнении с открытыми ледниками. В бассейне р. Аква Негро суммарная площадь открытых ледников равна 1,78 км<sup>2</sup>, каменных глетчеров – 2,07 км<sup>2</sup> [Schrott, 1994]. В Кордон дель Плата эти величины составляют 48,27 и 42,65 км<sup>2</sup> соответственно [Corte,



**Рис. 1. Фронтальный откос активного каменного глетчера в Андах.**

На переднем плане опора канатной дороги.

*Espizua, 1981*]. Для сравнения приведем аналогичные показатели для Заилийского Алатау (Тянь-Шань). Примерно 50 лет назад суммарная площадь открытых ледников здесь была около 510 км<sup>2</sup>, каменных глетчеров – порядка 50 км<sup>2</sup>. Ныне площадь ледников сократилась примерно на 20 %, а площадь каменных глетчеров, по-видимому, несколько увеличилась. Но и сейчас площадь ледников примерно в восемь раз больше площади каменных глетчеров. Это соотношение площадей оледенения и активных каменных глетчеров в Андах Мендосы определяется в конечном счете сухостью высокогорий, которая препятствует развитию ледников и способствует формированию каменных глетчеров. По своему объему сток с каменных глетчеров местами сопоставим со стоком с ледников.

В Андах Мендосы все геокриологические высотные границы существенно смещены вниз по сравнению с горами аналогичных географических широт северного полушария. Например, в Гималаях вечная мерзлота распространена на 1000–1200 м выше, чем в Андах Мендосы.

Современное оледенение Анд Мендосы характеризуется преобладанием малых ледников. Длина их обычно порядка 2–3 км. Снеговая линия располагается здесь на абсолютных высотах 4500–4700 м. Самый крупный узел оледенения приурочен к массиву потухшего вулкана Тупунгато (6800 м). Здесь, в верховье р. Тупуян, находится и самый крупный ледник, достигающий в длину 20 км. Языки ледников спускаются, как правило, до изогипс 3800–4000 м.

На территории Куйо сохранились отчетливые следы бывшего многолетнего промерзания и древнего оледенения. Все они рассмотрены в основном в публикациях Артуро Корте [*Corte, 1976, 1991; Gonzales, Corte, 1976*]. Эти палеогеографические факты свидетельствуют, что первые существенные похолодания имели место в конце плиоцена, а затем неоднократно повторялись в течение плейстоцена. Однако до сих пор датирование криохронов нуждается в уточнении.

В настоящее время появилась возможность внести некоторые коррективы в хронологию палеоклиматических событий. Для этого может быть использована палеогеокриологическая интерпретация данных бурения в осадках Байкала [*Фотиев, 2005а, б*]. Информация, содержащаяся в озерных отложениях, отражает глобальные изменения климата в течение последних 5 миллионов лет [*Фотиев, 2005а*].

Исследование древних морен Аргентины неопровержимо свидетельствует, что самое крупное оледенение имело место в конце плиоцена. Тогда ледники спускались до нынешних абсолютных высот 900–1000 м. Примерно в 1 км от запад-

ной окраины Мендосы об этом событии свидетельствует продолговатый холм, называемый „Горой славы” (Cerro de la Gloria). Его высота 200–150 м. Подножие моренной гряды находится на абсолютной высоте около 900 м. Останец конечно-моренного вала сложен валунным галечником, который прочно сцементирован суглинком и супесью с примесью песка. Преобладает материал, принесенный с Прекордильер, – пермско-триасовые песчаники и конгломераты. На дневной поверхности самые крупные валуны достигают 1,5 м в диаметре. Все валуны испещрены ледниковыми „шрамами”.

Здесь уместно сделать некоторое отступление от основной линии повествования. Упомянутый останец служит природным пьедесталом для мемориала независимости Аргентины. На холме сооружен памятник, центральная фигура которого – крылатая Ника – рвет цепи колониализма. На переднем плане монумента – на коне генерал Сан-Мартин – предводитель восставшего народа. Вероятно, в мире нет еще одного памятника, сооруженного на плиоценовой морене.

Вернемся к основному тексту. По мнению А. Корте (*устное сообщение*), плиоценовое оледенение, самое грандиозное в Аргентине, имело место 3,4 млн лет назад. Эта возрастная оценка основана на палеомагнитных данных, поэтому нуждается в уточнении. Байкальские материалы позволяют ее датировать 3,1 или 2,8 млн лет назад, но более вероятно – последнее определение. Первое плиоценовое похолодание было не столь значительным, нежели второе. Первый криохрон охватывал период 20 тыс. лет, второй – 350 тыс. лет [*Фотиев, 2005а*]. Видимо, плиоценовое оледенение случилось в период очень холодного и наиболее продолжительного криохрона, т. е. между 2,8 и 2,5 млн лет назад. Тогда, в период наибольшего похолодания средние годовые температуры воздуха были ниже современных на 15–16 °С. На это указывает следующее обстоятельство. Плиоценовая снеговая граница размещалась на высотном уровне около 2000 м. Об этом свидетельствуют древние кары, которые относительно хорошо сохранились до наших дней (рис. 2). Ныне эта граница располагается на высотах порядка 4500 м. На ее уровне средняя годовая температура воздуха достигает –7,5 °С [*Corte, 1985*]. Сейчас на высоте 2000 м эта величина порядка 8 °С. Следовательно, разность между современной и древней температурами на упомянутой абсолютной высоте составляет 15,5 °С. В Западной Сибири эта разность несколько меньше – 12 °С [*Фотиев, 2005б*].

Все отмеченное выше позволяет предполагать, что граница пояса вечной мерзлоты во втором криохроне плиоцена смещалась вниз до изогипс 900–800 м, где средние температуры воздуха были несколько ниже 0 °С.

Таким образом, границы оледенения и пространства вечной мерзлоты совпадали. Это обстоятельство указывает на слабую континентальность климата и хорошую увлажненность рассматриваемого региона.

Древние каменные глетчеры в Андах (под 28° ю.ш.) спускались до 2600 м, в Сьерра де Луис (отрог Кордовы, под 33° ю.ш.) располагались в интервале высот 1500–1800 м, в Прекордильере (под 33° ю.ш.) находились на высотах 1100–2500 м, а южнее (под 38° ю.ш.) – 500–700 м [Corte, 1983].

Наиболее выразительны они в том отрезке Прекордильеры, который находится в 12–13 км к северо-западу от западной окраины Мендосы. Здесь обнаружено 7 древних каменных глетчеров, которые выходят из плиоценовых каров. Все они приурочены к юго-юго-западному, т. е. к наиболее холодному, макросклону хребта.

Каменные глетчеры размещаются в интервале абсолютных высот 1100–1800 м. Самый крупный из них протягивается на 1,5 км, достигая в ширину 200–300 м (устное сообщение А. Кортэ и оценки автора, сделанные в 1990 г.). Высота фронтального уступа 15 м, его крутизна порядка 30°. На поверхности каменного глетчера отсутствуют дугообразные валы и ложбины: они сглажены временем. Но поперечный его профиль именно такой, как это характерно для каменных глетчеров. На его поверхности произрастают кактусы и другие ключие кустарники и травы пустыни.

По мнению А. Кортэ, возраст древних каменных глетчеров раннеплейстоценовый. Согласно байкальским материалам, наиболее суровый криохрон отмечался около 600 тыс. лет назад, когда в Сибири температуры воздуха были ниже современных на 10–15 °С [Фотиев, 2005б]. Похолодание в этот криохрон сопоставимо с плиоценовым, но оно не сопровождалось аналогичным по мас-



Рис. 2. Плиоценовые кары в Прекордильере.

На переднем плане поверхность древнего каменного глетчера.

штабности оледенением. Видимо, к этому моменту произошла значительная аридизация климатических условий, что благоприятствовало формированию каменных глетчеров.

К плейстоцену относятся и прямые свидетельства многолетнего промерзания. В этой связи большой интерес представляют клиновидные структуры, обнаруженные в 1990 г. А. Кортэ и А. Горбуновым в урочище Cuesta de la Hollado („Вытоптаный склон”). Они приурочены к днищу балки, врезанной в пологий склон. Местность расположена на водоразделе рек Мендоса и Тупуян. Здесь, на абсолютных высотах 2300–2000 м, сохранились моренные отложения общей мощностью до 300 м. Толща состоит из плиоценовой и плейстоценовых морен. Нижняя, плиоценовая, морена на абсолютной высоте около 2000 м деформирована тектоническими подвижками, которые имели место на рубеже плиоцена и плейстоцена, т. е. примерно 1,8 млн лет назад. Но, по мнению А. Кортэ, это событие произошло около 3 млн лет назад.

В обнажении представлены три генерации грунтовых клиньев (рис. 3). Все они наложены на дислоцированную моренную толщу, которая относится к плиоцену. Поэтому клиновидные структуры следует датировать плейстоценом. Самым древним среди них является двухъярусный (по терминологии А.И. Попова [1959]) грунтовый клин. Его морфология указывает на то, что кровля вечной мерзлоты в начале плейстоцена располагалась на глубине 2,2–2,4 м. В вечномерзлую толщу клин проникает на глубину 1,8–2,0 м, возможно, несколько более. Следовательно, общая высота двухъярусного клина составляет 4,0–4,4 м. Ширина верхнего яруса клина варьирует от 2 до 3 м, нижнего – от 0,2 до 0,3 м. В нем иногда встречаются валуны, длинная ось которых ориентирована вертикально.

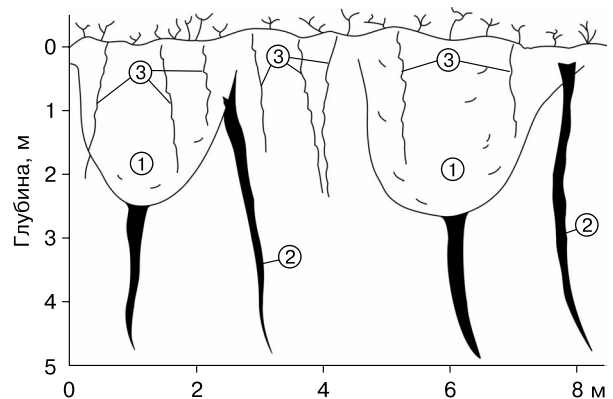


Рис. 3. Древние клиновидные структуры (рисунок по фотографии автора):

1 – двухъярусные клинья; 2 – изначальные грунтовые клинья; 3 – трещины, заполненные карбонатами кальция.

Вторая генерация грунтовых клиньев лишена ярусов. Эти клинья проникают на глубину 3,5–4,0 м. Они начинаются примерно на глубине 0,3 м от дневной поверхности склона, где их ширина около 0,2 м. С глубиной ширина плавно уменьшается, и глубже 3 м она составляет 5–10 см. Судя по тому, что местами клинья этой генерации наложены на их двухъярусные разновидности, они моложе последних.

Третья генерация клиньев (скорее, трещин, заполненных карбонатами кальция) проникает в основном на глубину до 2 м. Они начинаются непосредственно от поверхности почвы. Ширина их составляет несколько сантиметров.

Первая генерация клиньев формировалась в условиях вечной мерзлоты. Она, по-видимому, не относится к псевдоморфозам по повторно-жильным льдам. Существует мнение, что на дренированных и сравнительно сухих участках вместо ледяных клиньев образуются грунтовые [Попов, 1959; Катасонов, 1962]. Именно такие двухъярусные клинья обнаружены нами на возвышенных плакорах в Кустанайской области Казахстана. Можно заключить, что в аридной обстановке Анд Мендосы в условиях вечной мерзлоты, как правило, формировались не ледяные, а грунтовые клинья, преимущественно двухъярусные их разновидности. Отметим, что для образования повторно-жильных льдов в грубообломочных отложениях необходимы средние годовые температуры воздуха порядка  $-8^{\circ}\text{C}$  [Романовский, 1993]. По мнению Ю.К. Васильчука [2004], для их развития в дисперсных осадках достаточно среднегодовой температуры грунтов, равной  $-1,5...-2,0^{\circ}\text{C}$ .

Древние каменные глетчеры, которые в Прекардильере оканчиваются на высотах порядка 1100 м, как было сказано выше, спускались до нулевой средней годовой изотермы воздуха. Современные каменные глетчеры обычно достигают уровня, где эти температуры близки к  $0^{\circ}\text{C}$ . Следовательно, можно предположить, что в раннем плейстоцене на высоте примерно 1100 м средние годовые температуры воздуха были около  $0^{\circ}\text{C}$ , а на высотах 2000 м – порядка  $-8...-9^{\circ}\text{C}$ . Это вполне благоприятная обстановка для развития вечной мерзлоты. Древние ледники в раннем и среднем плейстоцене спускались до высотного уровня 2300 м.

Вторая генерация грунтовых клиньев, по-видимому, формировалась в среднем плейстоцене около 200 тыс. лет назад. В то время высотный уровень 2000 м примерно соответствовал границе пояса вечной мерзлоты. Она, вероятно, отсутствовала на „теплом” северо-северо-западном склоне, но была распространена на „холодном” юго-восточном.

Третья генерация клиньев-трещин отражает крайне аридные черты климата. Генерация формировалась в позднем плейстоцене, когда ледники

спускались до изогипсы 2400 м. Об этом свидетельствует конечная морена, которую А. Корте (*устное сообщение*) датирует 40 тыс. лет. Она, возможно, относится к Сартанской эпохе, т. е. к временному интервалу 37–11 тыс. лет назад (см. [Фотиев, 2005б]). В то время граница пояса вечной мерзлоты находилась на высотах не выше 2200 м.

Конечно, рассмотренное обнажение с грунтовыми структурами нуждается в детальном изучении, поскольку таит в себе очень ценную информацию. У нас отсутствовало необходимое время для проведения таких исследований. Надеемся, что аргентинские коллеги не оставят без внимания этот объект.

В голоцене в Андах субтропиков, по мнению А. Корте, около 6 тыс. лет назад имело место значительное похолодание. Средние годовые температуры воздуха были на  $6-7^{\circ}\text{C}$  ниже современных. Анализ байкальских материалов показывает, что наибольшее похолодание в голоцене отмечалось около 5 тыс. лет назад [Фотиев, 2005а]. Можно предположить, что в эту холодную эпоху граница пояса вечной мерзлоты в Андах Мендосы располагалась на высотных уровнях 2500–3000 м, т. е. примерно на 1000 м ниже современного ее положения. Об этом событии свидетельствуют древние солифлюкционные отложения на абсолютной высоте порядка 2500 м, содержащие погребенный почвенный горизонт на глубине около 1,5 м.

Поражает характер современной растительности, произрастающей на древних моренах, каменных глетчерах и в местах распространения клиновидных структур. Это субтропические колючие кустарники, среди которых не последнее место занимают кактусы.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Обзор криогенных и ледниковых образований свидетельствует, что современные основные криогенные структуры в Андах Мендосы по сравнению с Гималаями на аналогичных географических широтах смещены вниз на 1000–1200 м. Это в особенности касается высотной границы пояса вечной мерзлоты. Отмечена существенная локальная изменчивость высотного положения нулевой изотермы средних годовых температур воздуха.

Спектр криогенных форм рельефа здесь отличается меньшим разнообразием, чем в горах Центральной Азии. В Андах Мендосы отсутствуют (или до сих пор не обнаружены) нагорные террасы и полигонально-жильные структуры с ледяными клиньями.

Соотношение суммарных площадей активных каменных глетчеров и открытых ледников совершенно иное, нежели в высоких горах Евразии и Северной Америки: в Андах Мендосы площади этих образований сопоставимы друг с другом.

В рассматриваемом регионе прекрасно сохранились достоверные следы максимального в этих краях плиоценового оледенения. Здесь обнаружены, возможно, и самые древние в мире каменные глетчеры.

Палеокриогенные структуры представлены клиновидными образованиями, которые характеризуются морфологическим разнообразием. Среди них, по-видимому, отсутствуют псевдоморфозы по ледяным клиньям. Последние не формировались из-за высокой аридности климатических условий плейстоцена.

Местоположение древних морен, каменных глетчеров и грунтовых клиньев позволяет утверждать, что границы пояса вечной мерзлоты находились в плиоцене и раннем плейстоцене на высотах порядка 900–1100 м, в среднем плейстоцене – на высотах около 2000 м, в позднем плейстоцене – не выше 2200 м. В период наибольшего похолодания голоцена, т. е. 5–6 тыс. лет назад, эта граница смещалась в высотный интервал 2500–3000 м.

В настоящей работе сделана попытка увязать криохроны Аргентины и Восточной Азии при условии их глобального распространения. Для такого подхода использованы уникальные материалы по изучению озерных осадков Байкала.

В заключение следует подчеркнуть, что многие клиновидные палеоструктуры Аргентины нуждаются в более обстоятельном исследовании с целью отделения первичных грунтовых клиньев от псевдоморфоз, как это сделано в публикациях российских геокриологов [Попов, 1959; Катасонов, 1962; Романовский, 1977]. Нуждаются в уточнении и отмеченные в данной работе абсолютные палеовысоты плиоцена и плейстоцена, но для этого необходимо проведение специальных исследований.

### Литература

- Васильчук Ю.К.** Южный предел ареала повторно-жильных льдов в Евразии // Криосфера Земли, 2004, т. VIII, № 3, с. 34–51.
- Горбунов А.П.** Вечная мерзлота гор: от экватора до полярных широт. Алматы, Интерлигал, 2003, 122 с.
- Долгушин Л.Д., Осипова Г.Б.** Ледники. М., Мысль, 1989, 447 с.
- Катасонов Е.М.** Криогенные текстуры, ледяные и земляные жилы как генетические признаки многолетнемерзлых четвертичных отложений // Вопросы криологии при изучении четвертичных отложений. М., Изд-во АН СССР, 1962, с. 37–44.
- Попов А.И.** Грунтовые жилы на севере Западной Сибири // Вопросы физической географии Полярных стран. Вып. 2. М., Изд-во МГУ, 1959, с. 173–185.
- Романовский Н.Н.** Основы криогенеза литосферы. М., Изд-во МГУ, 1993, 335 с.
- Романовский Н.Н.** Формирование полигонально-жильных структур. Новосибирск, Наука, 1977, 213 с.
- Фотиев С.М.** Криохроны и термохроны юга Сибири за последние 5 миллионов лет (палеогеокриологическая интерпретация результатов исследований донных осадков озера Байкал) // Криосфера Земли, 2005а, т. IX, № 1, с. 13–27.
- Фотиев С.М.** Современные представления об эволюции криогенной области Западной и Восточной Сибири в плейстоцене и голоцене (Сообщение 1) // Криосфера Земли, 2005б, т. IX, № 2, с. 3–22.
- Corte A.** Rock glaciers // Biuletyn Peryglacjalny, 1976, No. 26, p. 175–197.
- Corte A.** Proceses periglaciales actuales y Pasados (Pleistocenic) en Argentina Central // Acta Geociog., 1983, vol. 5, p. 62–74.
- Corte A.** Comparative study of geocryogenic (periglacial) conditions features and processes in the Andes and Himalayas. The Andes // Acta Geociog., 1985, vol. 3, p. 35–48.
- Corte A.** Chronostratigraphic correlations of cryogenic and glacial episodes in Central Andes with Patagonia // Permafrost and Periglacial Processes, 1991, vol. 2, No. 1, p. 67–70.
- Corte A., Espizua L.** Inventario de glaciares de la cuenca de Rio Mendoza. Mendoza, Ianigla-Conicet, 1981, 62 p.
- Haerberli W., Guodong C., Gorbunov A., Harris S.** Mountain permafrost and climatic change // Permafrost and Periglacial Processes, 1993, vol. 4, No. 2, p. 165–174.
- Espizua L.** Diferencia altitudinal del limite inferior de los glaciares de escombros activos, entre laderas Norte y Sur, de los Cordones del Plata y Portillo, provincia de Mendoza // Acta Geociog., 1983, vol. 5, p. 79–87.
- Gonzales M., Corte A.** Pleistocene geocryogenic structures at 38° S.L., 60° W. And 200 m above sea level, Gonzales Chaves, Buenos Aires province, Argentina // Biuletyn Peryglacjalny, 1976, No. 25, p. 23–33.
- Schrott L.** Die Solarstrahlung als steuernder Faktor im Geosystem der subtropischen semiariden Hochanden (Agua Negra, San Juan, Argentinien). Heidelberg, 1994, 199 s.
- Simon W.** Observaciones sobre procesos geocriogenicos en la Cordillera del limite al so de la provincia de San Juan – Argentina // Acta Geociog., 1984, vol. 2, p. 197–203.
- Troll C.** Rasenabschalung (Turf Exfoliation) als periglaciales Phänomen der subpolaren Zonen und der Hochgebirge // Z. Geomorph. Suppl., 1973, Bd 17, S. 1–32.
- Trombotto D.** Survey of cryogenic processes, periglacial forms and permafrost conditions in South America // Revista do Instituto Geologico Sao Paulo, 2000, vol. 21 (1/2), p. 33–55.
- Wayne W.** Pleistocene paleotemperatures, headwater slopes of Arroyo Negro and Rio Blanco, Cordon del Plato, Mendoza, Argentina // Acta Geociog., 1984, vol. 2, p. 248–249.

Поступила в редакцию  
16 ноября 2005 г.