

УДК 551.8+551.435.1+551.435.06

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗРАСТА ФОРМ РЕЛЬЕФА СЕВЕРНОГО СКЛОНА ЗАИЛИЙСКОГО АЛАТАУ КОМПЛЕКСНЫМ МЕТОДОМ**

Доктор геогр. наук      Б.С. Степанов  
Канд. геогр. наук      Р.К. Яфязова

*Комплексный анализ количественных данных о строении конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау, положения и степени сохранности морен, данных об изменении глобального климата в плейстоцене и влияния его на селевую активность позволяют составить целостную картину оледенений плейстоцена, формирования морен, их разрушения в ходе резкой активизации селей в межледниковые периоды, прогнозировать масштабы селевых явлений в ходе потепления климата 21 века.*

Практически полное отсутствие данных об абсолютном возрасте рельефа северного склона Заилийского Алатау крайне затрудняет не только воссоздание истории развития хребта, но даже определение числа оледенений в плейстоцене, сказавшихся на строении горной и предгорной зон. Единого мнения о количестве оледенений Заилийского Алатау не существует. С.Е. Дмитриев, К.И. Богданович, В.П. Голоскоков придерживались гипотезы о двукратном оледенении Заилийского Алатау [1].

В.М. Чупахин считал «... вполне доказанным, что в Тянь-Шане были две самостоятельные эпохи оледенения, разделенные периодом значительной продолжительности ... . Первая эпоха ... приходится на конец третичного периода. Это оледенение можно считать максимальным, так как соответствующая ему морена обнаруживается в предгорьях многих горных хребтов Тянь-Шаня. Вторая эпоха древнего оледенения приурочена к среднему или позднечетвертичному времени ... . С первой эпохой (максимальное оледенение) было связано накопление грубообломочного несортированного материала ... мощность их – от 50 до 100...200 м. Они залегают на свите палево-бурых глин и мелкогалечных конгломератов плиоцена, а иногда на эродированной поверхности палеозойского фундамента. Морена максимального оледенения хорошо сохранилась в северных предгорьях Заилийского Алатау, в долине р. Малая Алматинка. ... Морены последнего оледенения (второго) развиты в днищах древних

трогов ... . Так, морена последнего оледенения встречается на высоте 1800 м ниже устья р. Горельник ...» [8].

По мнению С.Ф. Машковцева, Н.Г. Кассина, Н.Н. Костенко [1], Г.Ц. Медоева [6], Д.Н. Казанли [4] и др. северный склон Заилийского Алатау пережил трехкратное оледенение. М.Ж. Жандаев придерживался также гипотезы о трехкратном оледенении [2].

М.И. Ломонович выдвинул гипотезу о четырехкратном оледенении Заилийского Алатау в плейстоцене «... первое – покровное, второе – полупокровное и два – долинных» [3]. К сожалению, аргументация вышеупомянутых гипотез отсутствует либо малоубедительна.

С трудностями диагностики морен, зачастую внешне похожих на отложения селей или тела обвалов, связаны разноречивые представления исследователей о размерах ледников в ту или иную эпоху: одни и те же крупнообломочные отложения трактовались как ледниковые или флювиогляциальные, и как аллювиально-пролювиальные (селевые). В зависимости от этого масштабы оледенений могут выглядеть как грандиозные или гораздо более скромные.

Морфология древнего оледенения в значительной мере определялась высотой гор и их рельефом в ту или иную эпоху. Широкое распространение получила гипотеза, в соответствии с которой первое оледенение развивалось в условиях слабого расчленения рельефа гор, высота которых находилась в пределах 2000...2500 м. Если бы упомянутая гипотеза была верна, развитие оледенения могло идти от локально очагового в нижнечетвертичную эпоху к покровному (покровно-долинному) в среднечетвертичную, а при его сокращении в верхнечетвертичную эпоху – к горно-долинному типу. По другому бы ситуация развивалась, если оледенение Тянь-Шаня началось с полупокровного типа, а по мере роста гор и расчленения рельефа трансформировалось в горно-долинное. По нашему мнению, оледенения плейстоцена в Заилийском Алатау начались, когда его рельеф, в том числе основные долины северного склона, уже сформировались [7].

Какая из упомянутых выше гипотез верна, можно установить путем стратиграфического расчленения четвертичных отложений на основе широкого комплекса критериев или принципов. Однако, как отмечал еще М.И. Ломонович [3], использование «палеонтологического принципа» и «микрофлористического критерия» невозможно из-за непреодолимых трудностей. Такое положение сохранилось и до настоящего времени. Ар-

хеологические находки относятся к историческому времени и поэтому для стратиграфии описываемого района не имеют существенного значения.

Реальной основой стратиграфического расчленения может служить структурно-геоморфологический анализ, опирающийся на крупные геологические события, в совокупности с новейшими данными об изменении глобального климата Земли в четвертичном периоде. Следствием таких событий являются морены, террасы речных долин, конусы выноса и т.д. За последние десятилетия получены новые данные об изменении глобального климата Земли [11] и строении конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау. Установлено [9, 10, 11, 12], что:

- конусы выноса на 90 % и более состоят из отложений селей;
- в зависимости от характеристик речных бассейнов, конусы выноса имеют объемы от сотен миллионов до первых десятков миллиардов кубометров;
- мощные сели, отлагающиеся, благодаря их большим объемам и расходам, на конусах, не формируются в ледниковые периоды;
- в ледниковые периоды на поверхности конусов образуется лессовый покров, его мощность в вюрме в западной части хребта находилась в пределах 20...30 м;
- селевая активность достигала максимума в межледниковые периоды, когда летняя температура воздуха превышала на 2...3 °С современное значение;
- основной вынос наносов осуществляется селями дождевого генезиса;
- разрушение лессового покрова на конусах выноса осуществляется преимущественно водными потоками в периоды активизации твердого стока;
- верхняя предгорная ступень образовалась в результате подъема участка равнины, примыкавшего к осевой части хребта, на котором ранее происходило отложение селей (на древних конусах), и аллювия и пролювия (в междуречьях);
- основной рельеф верхней предгорной ступени, в частности участки горных долин западной части хребта, сформировался в ресс-вюрмском межледниковье.

В результате бурения скважин на ледниковых щитах Антарктиды и Гренландии определены не только максимальные амплитуды температур, имевших место в упомянутых регионах за последние сотни тысяч лет, но и

их изменение во времени. Выявлены синхронные изменения климата в южном и северном полушариях. Тем самым, в значительной мере, подтверждены и расширены сведения об изменении глобального климата в плейстоцене, полученные другими методами.

Оценим изменение масштабов оледенений и селевой активности на северном склоне Заилийского Алатау на примере бассейнов рек Малая Алматинка и Аксай, расположенных в центральной части хребта. Бассейны этих рек близки по площадям водосборов и современных оледенений, объемам конусов выноса (с учетом истории их образования). На последнем остановимся более подробно.

Объем наносов, вынесенных из горной части бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау, определяется объемом, образующихся наносов, а также возможностью их выноса (селями, водными потоками, ветром). Объемы наносов зависят от морфометрических характеристик бассейнов, распределения площадей по высотным зонам, климатических характеристик, тектонической активности в пределах бассейнов и т.д. Определение объемов конусов выноса рек северного склона Заилийского Алатау показало, что их величины хорошо коррелируются с упомянутыми факторами.

Было также установлено, что объемы конусов рек Аксай, Каскелен, Чемолган, Узункаргалы в 2...2,5 раза меньше, нежели это следует из выявленной закономерности изменения объемов конусов от упомянутых выше факторов. Объясняется это тем, что вершины конусов рек Иссык, Талгар, Малая и Большая Алматинки практически примыкают к коренной части хребта, т.е. отложение наносов, образовавшихся в соответствующих бассейнах в плейстоцене, приводило к увеличению размеров площадей и величин объемов конусов. В отличие от них, вершины современных конусов рек Аксай, Каскелен, Чемолган и Узункаргалы удалены от коренного хребта на 10...20 км и это пространство занято верхней предгорной ступенью.

Следовательно, современные конусы выноса рек Аксай, Каскелен, Чемолган и Узункаргалы начали формироваться одновременно с верхней предгорной ступенью в ходе поднятия древних конусов выноса упомянутых выше рек.

Изучение геологического строения конусов выноса показало, что мощность лессового чехла на конусах выноса существенно различна: от 0 до 20...30 м, причем какие-либо закономерности в изменении

мощности чехла не обнаружены. Так, мощной толщей лесса перекрыта западная половина конуса р. Каракастек, а реки Узункаргалы – восточная. На конусах рек Каскелен и Чемолган мощный лессовый покров разрушен преимущественно в центральных частях, на конусах рек Аксай и Большая Алматинка мощный лессовый чехол остался лишь в юго-восточных частях конусов, на конусе реки Малая Алматинка – в виде останцев мощностью до 10 м и т.д.

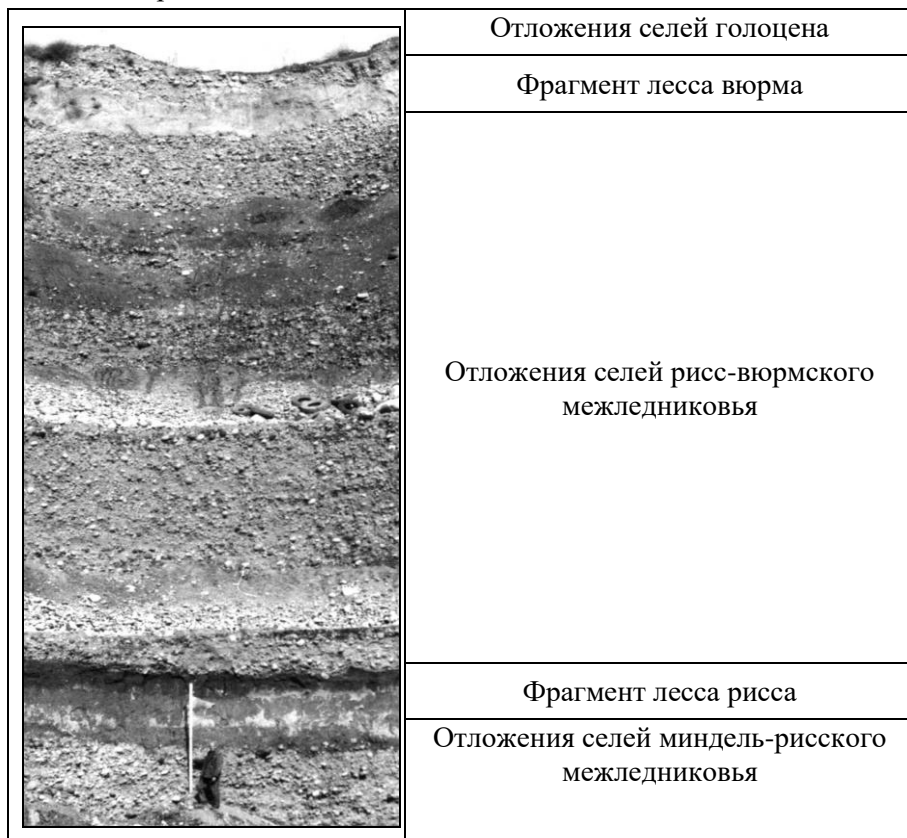
На большей части площадей, где мощный лессовый покров разрушен, имеет место отложение лесса мощностью от долей до 3 м. И лишь на незначительных площадях конусов, как правило, прилегающих к современным руслам рек, лессовый покров полностью разрушен и на дневную поверхность выходят аллювиальные и селевые отложения. Поскольку нет оснований предполагать, что скорость накопления лесса существенно изменялась в период оледенения, ее величина, в первом приближении, может быть определена как частное от деления мощности лессового чехла на длительность оледенения. Для вюрмского оледенения скорость накопления лесса составляла 0,3...0,4 мм/год.

Изучение строения конуса р. Аксай показало, что гипсометрические отметки поверхности отложений рисс-вюрмского межледниковья (находящихся под 20...30 метровой толщей лесса), отложений под 3-х метровым слоем лесса и поверхности современных аллювиальных и селевых отложений, находящихся на одинаковом удалении от вершины конуса, близки по величинам. В верхней трети конуса отложения рисс-вюрмского межледниковья имеют отметки, превышающие (от 0 до 3 м) современные значения, в средней части конуса выноса отметки близки по величинам, в нижней трети – высотные отметки современных отложений превышают (на доли метра) отметки поверхности отложений рисс-вюрмского межледниковья. Подобная картина имеет место и на конусах рек Большая и Малая Алматинки.

Сказанное выше, а также то обстоятельство, что на поверхности лессовых чехлов отсутствуют отложения селей, позволяют сделать вывод: вынос наносов в голоцене был крайне незначительным. Напротив, мощная толща селевых отложений между прослоями лессов, образовавшихся в риссе и вюрме (рис.), свидетельствуют о высокой селевой активности в рисс-вюрмском межледниковье.

Другими выводами, представляющими большой интерес при оценке селевой активности в плейстоцене, являются:

- большую часть объемов современных конусов рек Аксай, Каскелен, Чемолган, Узункаргалы составляют отложения рисс-вюрмского межледниковья;
- суммарные объемы выноса наносов в межледниковья, возраст которых превышает рисс, примерно равны отложениям рисс-вюрмского межледниковья.



*Рис. Строение конуса выноса р. Аксай (хр. Заилийский Алатау).*

Рельеф верхней предгорной ступени формировался в основном в рисс-вюрмском межледниковье. Нижняя часть долины р. Аксай (6...7 км) образована врезанием селей (в значительно меньшей мере – реки) в отложения древнего конуса, вершина которого примыкала к осевому хребту в районе обвала Акжар. Глубина вреза около 200 м. Гранулометрический состав древнего конуса свидетельствует о его селевом генезисе. В области примыкания верхней предгорной ступени к осевому хребту на дневную поверхность выходят красноцветные третичные отложения. Более молодые отложения, в результате активизации

ции процессов денудации на крутых склонах контактной зоны, к настоящему времени практически уничтожены.

В средней части склона долины р. Аксай, сформировавшейся в древнем конусе выноса (в 1...2 км севернее Акжарского обвала, орографически правый склон долины), на дневную поверхность выходят останцы отложений мощностью до 5 м. Наиболее крупные фракции этих отложений не превышают 0,05 мм, основной состав – пылеватые частицы. Если это эоловые отложения, то селевые отложения, расположенные выше лесовидных пород, имеют возраст миндель-рисского межледниковья, а расположенные ниже – гюнц-миндельского. В пользу этой гипотезы говорят как мощности этих отложений (50...75 м), так и их гранулометрические составы: с глубиной количество крупных фракций уменьшается.

Поскольку, как отмечалось выше, характеристики бассейнов рек Аксай (где степень изученности строения конуса выноса наиболее высока) и Малая Алматика (в долине которой в достаточно хорошей мере сохранились морены древних оледенений) близки по своим величинам, метод географических аналогий позволяет использовать данные по бассейну р. Аксай для датировки морен долины р. Малая Алматинка. То обстоятельство, что объемы выноса моренных отложений из долины р. Малая Алматинка на участке Медеу – Ворота Туюксу (определены по результатам реконструкции участка древней морены) соизмеримы с объемом отложений селей в рисс-вюрмском межледниковье на конусе р. Аксай, с большой степенью достоверности можно утверждать, что упомянутая выше морена формировалась в ходе рисского оледенения. На это указывает и практическое равенство гипсометрических отметок отложений на конусе р. Малая Алматинка, находящихся под мощной толщей (около 10 м) лесса, и отложений, выходящих на дневную поверхность, что свидетельствует о незначительных объемах выноса наносов в период времени, охватывающий конец вюрма-голоцен.

В свою очередь, последнее дает основание утверждать, что морена, фронтальная часть которой расположена в долине р. Малая Алматинка в районе Ворот Туюксу, сформировалась в период вюрмского оледенения. На это указывают и практически полная ее сохранность, а также высотное положение. Как следует из данных о глобальном климате за последние 12 тыс. лет, изменения температуры, которые могли привести к понижению высотных отметок снеговой линии на величину, превышающую 500 м, не имели место. Стадиальные морены голоцена располагаются в высотном интервале

3200...3600 м (степень их разрушения крайне незначительна), положение морен хорошо согласуется с изменением климата в голоцене.

Большой интерес представляют рыхлообломочные отложения, находящиеся, по данным геофизических исследований, проводившихся в период Международного геофизического года, под ледником Туюксу. Их мощность колеблется от 70 до 100 м и, следовательно, они не могут быть современной донной мореной ледника Туюксу. Мощность донных морен, как правило, не превышает размеров наиболее крупных фракций моренных отложений (10...15 м). Маловероятным представляется и их формирование в рисс-вюрмском межледниковье, так как в ходе мощного и длительного вюрмского оледенения эти отложения были бы захвачены и перенесены на более низкие гипсометрические отметки. Наиболее вероятно их формирование в оптимуме голоцена, когда деградация оледенения могла приводить к практически полной дегляциации бассейна р. Малая Алматинка. Однако следствием этого должно было быть резкое увеличение селевой активности дождевого генезиса, сопровождавшееся значительным выносом наносов на конус выноса. Их отсутствие может быть объяснено задержанием селей в высокогорной зоне стадиальными моренами вюрма, сыгравшими роль селезадерживающих плотин, вследствие чего не произошел не только вынос наносов на конус, но даже не разрушена конечная морена вюрмского оледенения. Последнее характерно для всех бассейнов рек северного склона Заилийского Алатау.

Еще совсем недавно «... основные моменты, благодаря которым вопрос о древнем оледенении превратился в одну из центральных проблем палеогеографии четвертичного периода ...» формулировались следующим образом: «... Несмотря на многолетние поиски до сих пор не обнаружено органических остатков в моренах, не получены датировки абсолютного возраста ... . Пока еще их возраст, как и сто лет назад, определяется геоморфологическим методом, не имеющим общепризнанных правил. Отсюда – широко распространено явление, когда одни и те же морены или «оледенения» датируются по-разному. Все это не позволяет достаточно определенно судить ни о начале «ледникового периода», ни о возрасте его отдельных фаз и стадий. С проблемой ледниковых ритмов в плейстоцене тесно связан вопрос о межледниковьях. Однако еще не установлено таких отложений, в которых органические ископаемые остатки указывали бы на существование климатических условий в горах Тянь-Шаня, Джунгарии, Алтая, более теплых, чем современные. Нет единого мнения, какие отло-



жения в экстрагляциальной зоне считать межледниковыми, а какие синхронными оледенениям» [5].

Как показано выше, комплексный анализ количественных данных о строении конусов, образованных выходом селей на предгорную равнину, положения и степени сохранности морен, расположенных в широком диапазоне гипсометрических отметок, данных об изменении глобального климата в плейстоцене и влияния его на селевую активность позволяют составить целостную картину оледенений Заилийского Алатау, формирования морен, их разрушения в ходе резкой активизации селей в межледниковые периоды, образования верхней предгорной ступени, формирования конусов выноса на предгорной равнине. Все эти события имеют жесткую привязку во времени к глобальным изменениям климата в плейстоцене. Последнее имеет и большое практическое значение, так как позволяет прогнозировать масштабы селевых явлений в ходе потепления климата в 21 веке.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Герасимов В.А. О следах древнего оледенения в Заилийском Алатау / Гляциологические исследования в период МГГ. Заилийский и Джунгарский Алатау. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1961. – С. 150-167.
2. Жандаев М.Ж. Палеогеографические условия формирования гидрографической сети и речных долин Заилийского Алатау / Проблемы физической, экономической и медицинской географии Казахстана. – Алма-Ата, 1967. – С. 26-34.
3. Илийская долина, ее природа и ресурсы / Под общ. ред. М.И. Ломоновича. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1963. – 341 с.
4. Казанли Д.Н. Формирование Заилийского Алатау как орографической единицы // Известия АН КазССР, Сер геол., 1954. – Вып. 18. – С. 17-28.
5. Костенко Н.Н. Четвертичные отложения Казахстана и прилежащих территорий союзных республик. – Алма-Ата, 1978. – 157 с.
6. Медоев Г.Ц. Геологические условия образования грязе-каменных потоков в бассейне р. Малой Алматинки // Тр. КГМИ. – Алма-Ата, 1938. – Вып. 1. – С. 5-22.
7. Степанов Б.С., Яфязова Р.К. К формированию рельефа северного склона Заилийского Алатау // Гидрометеорология и экология. – 2002. – № 2. – С. 100-113.
8. Чупахин В.М. Физическая география Тянь-Шаня. – Алма-Ата: Изд-во АН КазССР, 1964. – 373 с.

9. Яфязова Р.К. Объем конуса выноса как показатель селевой активности // Гидрометеорология и экология. – 2002. – № 2. – С. 90-99.
10. Яфязова Р.К. Проблемы оценки селевой активности на северном склоне Заилийского Алатау / Материалы международной научно-практической конференции «Проблемы гидрометеорологии и экологии». – Алматы, 2001. – С. 36-39.
11. Яфязова Р.К. Селевая активность в Заилийском Алатау в прошлом, настоящем и будущем / Географические основы устойчивого развития Республики Казахстан. – Алматы, 1998. – С. 511-515.
12. Jouzel, J., Lorius, C., Petit, J.R., Barkov, N.I. & Kotlyakov, V.M. 1994. Vostok isotopic temperature record. In T.A. Boden, D.P. Kaiser, R.J. Seppanski & F.W. Stoss (eds.), *Trends '93: A Compendium of Data on Global Change*: 590-602. ORNL/CDIAC-65. Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, Oak Ridge, Tenn., USA.
13. Yafyazova R.K. Influence of climate change on mudflow activity on the northern slope of the Zailiysky Alatau Mountains, Kazakhstan. // Proceedings of the Third International Conference on Debris-Flow Hazards Mitigation: Mechanics, Prediction, and Assessment, 2003 – Davos, Switzerland. P. 199-204.

Казахский научно-исследовательский институт экологии и климата  
 Научно-производственный Гидрометцентр РГП «Казгидромет»

### **КОМПЛЕКСТІ ...ДІСПЕН ІЛЕ АЛАТАУЫНЫҰ СОЛТІСТІК БЕТКЕЙІНДЕГІ ЖЕР БЕДЕРІ ФОРМАСЫНЫҰ ҚСҰІН АНЫСТАУ**

Геогр. Жылымд. докторы                      Б.С. Степанов  
 Геогр. Жылымд. канд.                         Р.К. Яфязова

*Іле Алатауының солтiстiк беткейiндегi қазіргі кезде конусты жру туралы сандық м.,ліметтерге комплекстік талдау, мореналардың сапалық және жеріне жақын, плейстоценде климаттың кезеңді өзгеруі туралы м.,ліметтер және оның селдік және плейстоценнің мұздану, моренаның жалыптасуы, мұздану аралығында кезеңдерде сел болғанда оның керт бғылу кәріністерін жруға мүмкіндіктер береді, 21 Жасырдағы климаттың жылыну барысында сел жылысы масштабтарын болжау.*