

STUDIES OF THE CENTRAL MASCARENE RIDGE RELIEF

V. V. FEDOROV, I. V. DANILOV

Summary

During geomorphological studies at the Mascarene Ridge a submarine device «Sever-3» has been used for the first time. The observation from the device established the central part of the ridge being built of limestones at least 1650 meters thick. Folded and fault distortions pronounced in sea floor topography were identified at saddles, which are areas of shear deformations due to transform fault zones. Some shoals are proved to be submerged atolls. A conclusion is drawn at the Central Mascarene Ridge rise at the end of Paleogene which changed into sinking at the end of Neogene.

УДК 551.4.042(479.24)

В. А. ХРИСАНОВ

МАСШТАБЫ СОВРЕМЕННОЙ ДЕНУДАЦИИ КAVKAZA (НА ПРИМЕРЕ СЕВЕРНОЙ ОСЕТИИ)

Одной из важнейших проблем геоморфологии является количественная оценка интенсивности современных экзогенных процессов, особенно в горных районах. Многие исследователи определяли скорость комплексной денудации по твердому стоку рек: А. В. Волин (1946), И. П. Герасимов (1970), Г. К. Gabrielyan (1971). Однако, как указывал В. Г. Лопатин (1952), сток наносов рек составляет лишь часть того количества материала, который сносится со склонов; для Западного Кавказа, в частности, он не превышает 8—20% от общего количества рыхлого материала, смытого с поверхности. Н. В. Думитрашко (1971), С. С. Воскресенский (1968), В. А. Растворова (1973) также отмечают, что учет денудации лишь по твердому стоку рек не точен.

В этой статье автор попытался количественно оценить общие масштабы современной денудации в пределах восточной части Центрального Кавказа (Северная Осетия) и сравнить полученные данные со скоростями современных тектонических движений.

Территория Северной Осетии, площадью 8000 км², характеризуется большими контрастами рельефа, значительными климатическими различиями, разнообразием структурно-литологических условий, интенсивными современными тектоническими движениями и широким спектром современных экзогенных процессов. Для подсчета общего объема перемещения продуктов выветривания на склонах на протяжении девяти лет были использованы самые различные методы геоморфологических исследований.

Вначале на основании дешифрирования аэрофотоснимков была сделана предварительная оценка степени пораженности территории различными процессами, что позволило наметить наземные маршруты. Территория изучалась сетью маршрутов, как поперечных (вкрест простираения основных геоморфологических элементов), так и продольных. Геоморфологическое описание сопровождалось картографированием. Контуры и объекты привязывались к крупномасштабной топооснове. Расстояние по маршруту определялось промерами, применялся также способ засечек. Для более детального изучения современных экзогенных процессов было выбрано десять ключевых участков. Для наблюдений за движением и накоплением осыпей было установлено 50 реперов и промаркировано множество обломков горных пород на поверхности склонов. При изучении динамики внутренних частей тела осыпей использовался способ чурочных реперов (Емельянова, 1972). Деревянные чурки различной окраски были заложены при помощи шурфов и канав на 10 различных осыпях.

Наблюдения за скоростью выветривания горных пород производились на 12 камнеуловительных площадках у подножия различных в структурно-литологическом отношении обнаженных склонов. На каждую камнеуловительную площадку был заведен паспорт, и измерение объема рыхлообломочного материала, попавшего в камнеуловители, производилось через равные промежутки времени, 2 раза за полевой сезон (Хрисанов, 1974а). Для изучения плоскостного смыва на склонах различной экспозиции было устроено пять стоковых площадок, производилась раскопка могильных камней, перекрытых делювиальными отложениями, использовались данные стационарных наблюдений Североосетинского сельскохозяйственного ин-та.

С целью выявления масштабов перемещения ледниками моренного материала у конца Цейского ледника был заложен фронт моренонакопительных канав. Были поставлены специальные наблюдения над экзогенными процессами в зонах активных тектонических разломов (Сафронов, Хрисанов, 1974). Большое внимание было уделено количественному учету распределения продуктов выветривания и карстовых форм на различных гипсометрических уровнях. Для оценки масштабов карстовой денудации использовались данные химического анализа воды в реках, протекающих в карстовой области (Пхалагова, 1973).

В вершинах 10 оврагов, расположенных в различных природных условиях, были заложены металлические реперы (штыри); замеры роста оврагов производились ежегодно в конце апреля и начале ноября (Хрисанов, 1974б).

Изучение динамики берегов рек производилось методом сравнения крупномасштабных специальных инженерно-геологических схем отдельных участков рек, составленных в различные годы (1964—1972), а по берегам Терека, Ардона и Гизельдона на 15 участках были заложены реперы для наблюдения за скоростью отступления берегов. Для оценки интенсивности эрозии в бассейнах рек Осетии обработаны многолетние данные стационарных гидрометрических пунктов по твердому (взвешенным и влекомым наносам) и химическому стоку. Количественные данные о масштабах рельефообразующей деятельности лавин, селей и обвалов были получены методом многочисленных замеров современных форм, созданных этими процессами.

Анализ всех полученных данных позволил количественно оценить масштабы проявления экзогенных процессов на территории Северной Осетии: с площади современного оледенения (20 км^2) сносится ежегодно ледниковыми транспортом $16\,000 \text{ м}^3$ моренного материала; лавины с площади 100 км^2 сносят $90\,000 \text{ м}^3/\text{год}$ обломочного материала; накопление обвальной массы горных пород на площади 5 км^2 составляло $800\text{—}1000 \text{ м}^3/\text{год}$; осыпи по фронту в 1 км ежегодно перемещают $240\text{—}400 \text{ м}^3$.

Ведущие экзогенные процессы	Площадь распространения процесса, км ²	Объем продуктов выветривания, перемещаемых на склонах, м ³ /год	Удельная интенсивность процесса, мм/год
Ледниковый транспорт	170	1 360 000	0,17
Лавины	994	894 600	0,11
Обвалы и камнепады	1988	318 080	0,04
Движение осыпей	800 пог. км	192 000	0,02
Речная эрозия	6639	4 113 500	0,5
Овражная деятельность	516	77 400	0,009
Плоскостной смыв	1992	199 200	0,02
Селевые потоки	994	1 590 400	0,2
Карстовая денудация	1200	92 168	0,009
Общий масштаб денудации		8 668 068	1,08

коллювия; с пораженной селями территории в 100 км² выносятся ежегодно 150 000 м³ грязекаменной массы (Агибалова, Хрисанов, 1975); карстовая денудация составляет 26,8 м³/км²; с 1 км² лесотных земель ежегодно плоскостным смывом сносится 100 м³ плодородного слоя почв, а с нераспаханных — в среднем 48 м³/год; один овраг с площадью водосбора 20 км² выносит 3000 м³/год склонового материала.

В дальнейшем на основании дешифрирования аэрофотоснимков и анализа крупномасштабных топографических карт, а также маршрутных полевых исследований были выявлены площади распространения каждого процесса в отдельности и произведен пересчет приведенных выше средних величин интенсивности экзогенных процессов на площадь распространения соответствующего процесса. Так, например, установлено, что карстовые процессы распространены в пределах Осетии на площади 1200 км², а средняя скорость карстовой денудации составляет 26,8 м³/км²; следовательно, для всей области суммарная карстовая денудация определится величиной 92 168 м³/год. Селеопасные территории в Северной Осетии занимают площадь 994 км²; выше указано, что с селеопасной площади в 100 км² сносится ежегодно 150 000 м³ грязекаменного материала, значит, общий объем сноса со всей селеопасной площади составляет 1 590 400 м³/год, и т. д. Все полученные количественные показатели масштабов денудации сведены в таблице.

Из таблицы видно, что наибольшая роль в процессе сноса принадлежит рекам, селевым потокам и ледниковому транспорту. В сумме эти три процесса ежегодно перемещают на склонах 7 063 900 м³ продуктов выветривания. Суммарный твердый сток рек Осетии составил 4 113 500 м³/год, а общий объем продуктов выветривания, перемещаемых на склонах ведущими экзогенными процессами, — 8 668 068 м³/год. Если рассчитать скорость денудации только по твердому стоку рек, то она составит в среднем 0,5 мм/год. Именно такие величины получены С. А. Ахундовым (1974) по горной части Азербайджанской ССР. По исследованиям Г. Н. Хмаладзе (1964), аналогичные показатели на территории Армянской ССР колеблются в пределах 0,004—0,126 мм/год. В северных Альпах эта величина достигает 0,57 мм/год (Волин, 1946).

Однако все эти данные характеризуют не суммарную денудацию, а лишь ее часть, так как при этом не учитываются гляциальные, нивальные, гравитационные процессы и др. По нашим подсчетам, скорость денудации составила 1,08 мм/год, т. е. на 1,03 мм больше, чем ее величина, рассчитанная только по твердому стоку рек. По исследованиям В. В. Бронгулеева и В. М. Муратова (1976), величина общей денудации для средней части Северо-Западного Кавказа, рассчитанная морфометрическим способом, составила лишь 0,05 мм/год. Отношение средней скорости суммарной денудации (1,08 мм/год) к скоростям современных

тектонических движений (Лилиенберг и др., 1969) составило 1 : 12—1 : 14 для высокогорий, 1 : 6—1 : 8 для среднегорий и 1 : 2—1 : 4 для низкогорий. Эти данные позволяют заключить, что скорость современного поднятия Кавказа значительно превышает скорость планации рельефа экзогенными процессами.

В заключение необходимо отметить, что полученные нами оценки масштабов современной денудации Кавказа наиболее близки к действительности, так как изучение экзогенных процессов производилось непосредственно в полевых условиях с применением целого комплекса методов.

ЛИТЕРАТУРА

- Ахундов С. А. Интенсивность денудации Азербайджанской части Кавказа. «Геоморфология», № 3, 1974.
- Агибалова В. В., Хрисанов В. А. Современные геоморфологические процессы Цейского ущелья (Северная Осетия) и их влияние на использование природных ресурсов. «Изв. Всесоюз. геогр. о-ва», т. 107, № 3, 1975.
- Бронгулеев В. В., Муратов В. М. Опыт определения объема денудации в горах морфометрическим способом. «Геоморфология», № 1, 1976.
- Волин А. В. Твердый сток и скорость эрозии. «Изв. АН СССР. Сер. геогр. и геофиз.», т. 9, № 5, 1946.
- Воскресенский С. С. Соотношение тектонических поднятий и денудационного среза. В сб. «Геоморфологические и гидрологические исследования». Изд-во МГУ, 1968.
- Герасимов И. П. Современные рельефообразующие экзогенные процессы: уровень научного познания, новые задачи и методы исследования. В сб. «Современные экзогенные процессы рельефообразования». М., «Наука», 1970.
- Габриелян Г. К. Интенсивность денудации на Кавказе. «Геоморфология», № 1, 1971.
- Думитрашко Н. В. Современная интенсивность экзогенных рельефообразующих процессов Кавказа и Тянь-Шаня. «Геоморфология», № 3, 1971.
- Емельянова Е. П. Основные закономерности оползневых процессов. М., «Недра», 1972.
- Лопатин В. Г. Наносы рек СССР. М., Географиз, 1952.
- Лилиенберг Д. А., Матцкова В. А., Горелов С. К., Думитрашко Н. В., Муратов В. М. Карта современных вертикальных движений и морфоструктуры Кавказа. В сб. «Проблемы современных движений земной коры». М., 1969.
- Пхалагова Д. М. Химическая характеристика воды рек Северной Осетии. «Изв. Ин-та, истории, экономики, языка и литературы», т. XXX. Орджоникидзе, 1973.
- Растворова В. А. Формирование рельефа гор (на примере Северной Осетии). М., «Наука», 1973.
- Сафронов И. Н., Хрисанов В. А. О некоторых закономерностях гравитационных процессов на Северном Кавказе. «Изв. СКНЦВШ. Сер. естеств. наук», № 1, 1974.
- Хмаладзе Г. Н. Взвешенные наносы рек Армянской ССР. Л., Гидрометеиздат, 1964.
- Хрисанов В. А. Инженерная оценка современных экзогенных процессов Северной Осетии. Орджоникидзе, «ИР», 1974а.
- Хрисанов В. А. Развитие и распространение современных экзогенных процессов на территории Северной Осетии. Орджоникидзе, «ИР», 1974б.

Московский государственный
университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
29.V.1978

ESTIMATION OF PRESENT-DAY EROSION OF THE CAUCASUS (WITH SPECIAL REFERENCE TO NORTHERN OSSETIA)

V. A. KHRISANOV

Summary

A quantitative estimation of the present-day erosion at Northern Ossetia is given on the base of field observation, air photographs interpretation and son other data. Glacial denudation removes from the area of present-day glaciation (20 sq.km) 16 000 cu.m per year; avalanches carry out 9000 cu.m per year from 100 sq.km; rockfall accumulation on 5 sq.km is 800—1000 cu.m per year; rock talus moves 240—400 cu.m debris, the scarp front being 1 km long; mudflows remove 150 000 cu.m per year from 100 sq.km area; karst denudation rate is 26,8 cu.m per year; sheetwash value from arable slopes is 100 cu.m, from slopes with natural vegetation — 48 cu.m per year; mean value of gully erosion (cal-

culated for one gully, catchment area being 20 sq.km) is 3000 cu.m. Total erosion estimated from rivers solid discharge is proved to be erroneous, river load being only 40—50% of the whole volume of eroded material.

Ratio of mean total specific intensity of exogenous processes (1,8 mm per year) to recent tectonic movements rate is 1 : 12 to 1 : 14 for high mountains, 1 : 6 to 1 : 8 for middle mountains, 1 : 2 to 1 : 4 for low mountains.

The introduced technique of calculation of recent erosion general volume can be used for the same calculations at other mountain regions.

УДК 551.240 : 550.834

Г. А. Ш М И Д Т

О ХАРАКТЕРЕ СОПРЯЖЕНИЯ МОРФОСТРУКТУР ПРИ ИССЫККУЛЬЯ

Морфоструктурный анализ рельефа сейсмичных областей последние годы находится в центре внимания, что связано с решением задачи прогноза мест возможных сильных землетрясений. В работах И. П. Герасимова (1955), И. П. Герасимова и Е. Я. Ранцман (1973) и др. показано, что наряду с геофизическими, геодезическими и тектоническими методами важная роль в прогнозе сейсмической опасности принадлежит анализу зон сопряжения морфоструктур различного ранга.

Прииссыккулье — часть Северо-Тяньшаньского эпиплатформенного орогена, где новейшие движения, активизировавшиеся с позднего олигоцена и продолжающиеся до настоящего времени, пришли на смену субплатформенному режиму и сформировали зоны устойчивых прогибаний и поднятий. Иссык-Кульская впадина — одна из крупнейших зон устойчивого новейшего прогибания Северного Тянь-Шаня, унаследовавшая эпикаледонские мульды. По данным комплексных геофизических исследований, фундамент впадины располагается на абс. отметках от —500 м на западе впадины до —3500 м¹ на востоке (Юдахин, 1969).

Зоны устойчивых поднятий — это высоко «вздернутые» по разрывам неоструктуры, выраженные в рельефе хребтами. К северу от Иссык-Кульской впадины располагается Заилийско-Кунгейское поднятие, в центральной части разбитое Кеминно-Чиликским новейшим грабеном на две асимметричные морфоструктуры — Кунгейскую и Заилийскую (рис. 1). С юга Иссык-Кульская впадина обрамляется Терской морфоструктурой.

Сопряжение морфоструктур происходит по зонам субпараллельных и кулисных новейших разломов, отличающихся высокой тектонической подвижностью и на значительном протяжении наследующих отрезки палеозойских разрывов. Такие зоны, достигающие большой протяженности и включающие пограничные участки сопрягающихся морфоструктур, И. П. Герасимов и Е. Я. Ранцман (1973) называют зонами морфоструктурных линейментов. В Прииссыккулье строение зон сопряжения меняется не только в связи с асимметрией морфоструктур, но и по простиранию, в зависимости от истории развития и интенсивности тектонических движений по разломам. Широко развито ступенчатое сопряжение морфоструктур, предопределенное неравномерными блоковыми перемещениями по новейшим разломам; можно выделить несколько разновидностей

¹ Урез оз. Иссык-Куль 1608,8 м над ур. моря.