

О СООТНОШЕНИИ СКОРОСТЕЙ СОВРЕМЕННОЙ ДЕНУДАЦИИ И ТЕКТОНИЧЕСКИХ ПОДНЯТИЙ ЭПИГЕОСИНКЛИНАЛЬНЫХ ГОР ЕВРАЗИИ

Горы подвергаются воздействию интенсивной механической денудации, часть продуктов которой, именуемая местной, аккумулируется в виде аллювия, делювия, пролювия и других отложений и не выносятся за пределы горной области. Происходит перемещение и переотложение материала на разных высотах, что способствует уменьшению максимальных высот гор, но не изменяет их средние высоты и общий объем рельефа, а ведет лишь к его сглаживанию.

“Транзитная” часть наносов, удаляемая за пределы горной области реками, местами также ледниками, селями, ветром, прямо зависит от интенсивности эрозии и денудации в горной области. По ней можно судить об уменьшении количества материала, слагающего горы, их денудационном снижении [1–5].

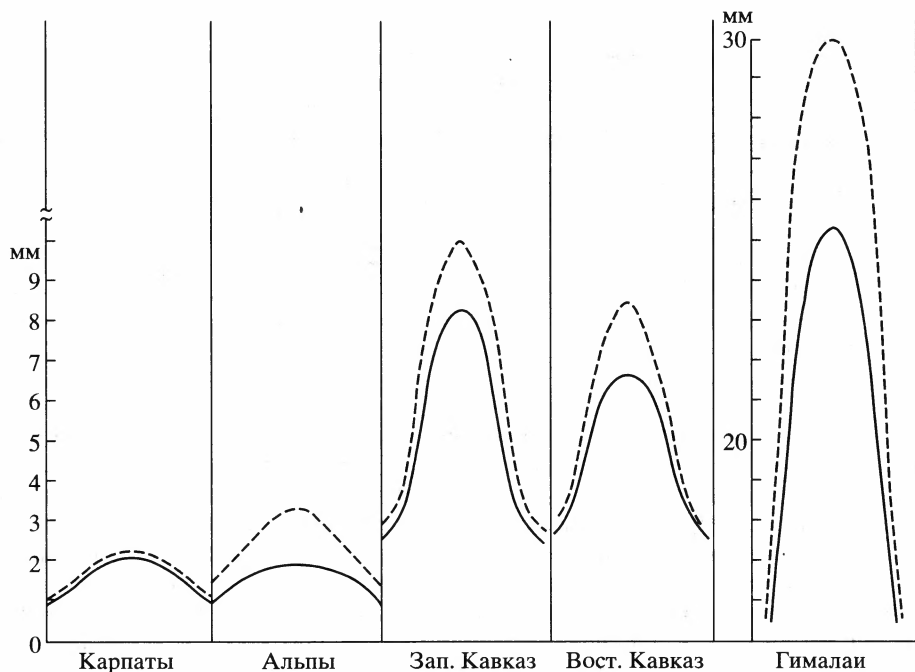
Вынос реками наносов из горной (или любой другой) области может быть выражен весовыми или объемными единицами. Более удобны последние (объемные) величины, разделив которые на водосборные площади, можно определить среднюю линейную величину общего денудационного снижения этой горной области. При переводе весовых единиц, в которых определяется сток наносов, в объемные использовано соотношение $1\text{т} \sim 2\text{м}^3$. Полученные таким путем для пяти горных областей (Карпаты, Альпы, Западный и Восточный Кавказ, Гималаи) величины сопоставлены с данными о скоростях тектонических поднятий этих гор и сделаны выводы о современном направлении развития их рельефа.

Денудационное снижение гор определено по стоку взвешенных наносов на гидропостах, расположенных близ выхода рек из горных областей (табл. 1). Сведения взя-

Таблица 1

**Транзитный вынос речных наносов и денудационное снижение
некоторых эпигеосинклинальных гор Евразии**

Показатели	Карпаты	Альпы	Западный Кавказ	Восточный Кавказ	Гималаи
Речные бассейны с данными о стоке наносов:					
количество,	41	18	28	23	6
общая площадь (км ²),	77006	61224	77214	53297	1955800
процент от площади гор	44	24	28	19	31
Средние модули стока взвешенных наносов, т/км ² год:					
для всей горной страны,	185	426	468	728	1159
для рек с ледниковым питанием	–	2700	2600	2700	6900
Средние модули стока влекомых наносов, т/км ² год:					
для всей горной страны,	43	98	108	168	267
для рек с ледниковым питанием	–	972	936	972	2484
Средние суммарные модули стока наносов, т/км ² год:					
для всей горной страны,	228	524	576	896	1426
для рек с ледниковым питанием	–	3672	2536	2672	9384
Денудационное снижение, мм/год:					
общее,	0.11	0.26	0.29	0.45	0.71
для бассейнов с ледниками	–	1.84	1.77	1.84	4.7



Годовые величины тектонических поднятий (пунктирная линия), механической денудации (расстояние между пунктирной и сплошной линиями) и реального роста (сплошная линия) некоторых эпигеосинклинальных гор Евразии

Расчеты сделаны лишь для осевых зон горных систем

ты из сформированной для суши Земли базы данных и других источников [4, 6, 7]. Всего использованы модули стока взвешенных наносов 116 гидропостов; они характеризуют от 19% (Восточный Кавказ) до 44% (Карпаты) площади горных стран. Определялось среднее денудационное снижение всей горной области и отдельно нивальной зоны (по стоку наносов рек с ледниковым питанием). Сток влекомых наносов принят в размере 23% для всех гор, а для ледниковых зон – 36% от стока взвешенных наносов [4]. Денудационное снижение в бассейнах рек с ледниковым питанием в 4–7 раз превышает среднее по всей горной области (табл. 1). Это еще раз подтверждает распространенное мнение о том, что самая интенсивная механическая денудация происходит в нивальной зоне гор.

Вполне очевидна прямая зависимость величины денудационного снижения гор от их высоты и, как следствие, от степени развития нивальной зоны. Самое большое денудационное снижение характеризует Гималаи, средние значения – обе части Большого Кавказа и Альпы, самые малые – Карпаты (табл. 1, рисунок). Несколько отклоняется от этой прямой зависимости Восточный Кавказ, который денудирован сильнее Западного Кавказа и Альп, несмотря на меньшую высоту и сравнительно небольшое развитие нивальной зоны. Эта особенность была убедительно объяснена Г.К. Габриеляном широким распространением на востоке Кавказа легко размываемых глинистых сланцев юры [8]. Очень малое денудационное снижение в Карпатах объясняется не только сравнительно небольшой высотой этих гор, но и отсутствием здесь ледников. На территории Карпат А. Лайчак выделил области с различными показателями стоковой денудации, используя данные о стоке как “транзитных”, так и “местных” наносов [9]. Наибольшая эрозия в Карпатах проявляется на Трансильванской возвышенности и Субкарпатах, что объясняется их значительным хозяйственным освоением. Здесь с высотой денудация уменьшается, что связано с влиянием

Скорости тектонических поднятий (T , мм/год) и транзитной денудации (D , мм/год) для эпигеосинклинальных гор Евразии

Показатели		Карпаты	Альпы	Западный Кавказ	Восточный Кавказ	Гималаи
Для всей горной страны	T	2.2	2.6	8.0	8.0	20
	D	0.11	0.26	0.29	0.45	0.71
	T/D	20	10	28	17	29
Для осевой гляциальной зоны	T	–	3.3	10.0	8.5	30*
	D	–	1.84	1.77	1.84	4.70
	T/D	–	1.8	5.6	4.8	6.4

* Данные только для Джомолунгмы.

неклиматических факторов (литология, орография, характер землепользования). Наибольшие размеры денудации отмечаются в периферийных частях гор, более обезлесенных и наиболее интенсивно используемых в сельском хозяйстве [9], и, кроме того, сложенных слабо устойчивыми к денудации породами. Хотя в Карпатах благодаря антропогенному фактору происходит интенсивная эрозия, все же среди названных горных областей для них характерно минимальное денудационное снижение.

При анализе факторов эрозии нельзя не учитывать и тектоническую активность горных территорий. Повышенная сейсмичность приводит к активизации склоновых процессов, в ходе которых сносятся огромное количество обломочного материала. В сходных ландшафтных условиях твердый сток в сейсмически активных территориях значительно больше, чем в несейсмических. Так, наиболее сейсмически активные Гималаи и Большой Кавказ отличаются большей интенсивностью механической денудации, чем Альпы и Карпаты. В сейсмически менее активных областях землетрясения относительно редки, но способны вызвать резкое увеличение стока наносов. Например, землетрясение силой 7.2 балла, произошедшее в Карпатах 4 марта 1977 г., активизировало обвалы, оползни, лавины, оплывины, что повлекло за собой одновременное среднее понижение поверхности небольших бассейнов от 0.6 до 1.8 мм [4].

Весьма интересной оказалась связь модуля стока наносов (r) и площади водосборного бассейна (S). Обычно в слабо освоенных бассейнах с мало измененными природными условиями они связаны прямой корреляционной зависимостью (кроме Альп, где четкой зависимости модуля стока наносов от площади речного бассейна не наблюдается). Увеличение денудации при интенсивной распашке земель приводит к возникновению обратной зависимости r от S , что видно на примере интенсивно освоенных бассейнов Трансильвании в Карпатах.

Полученные величины денудационного снижения гор сопоставлялись с амплитудами их тектонических поднятий, взятыми в основном из работ Д.А. Лилиенберга [10]. По скоростям современных тектонических поднятий рассматриваемые горные области также образуют три группы, но несколько иные, чем по скоростям денудации. Самые большие скорости тектонических поднятий в Гималаях, затем следуют Западный и Восточный Кавказ, в Альпах и Карпатах скорости наименьшие (табл. 2, рис.). По мнению Д.А. Лилиенберга, в Альпах и Карпатах с их покровно-надвиговой структурой вертикальная составляющая тектонических движений сокращена за счет горизонтальной.

Всюду скорости тектонических поднятий значительно превышают денудационное снижение для изучаемых гор (табл. 2, рис.). Соотношение T/D изменяется от 10:1 – 30:1 на всей площади гор до 1.8:1 – 6.4:1 в нивальных зонах гор, где денудация возрастает в большей степени, чем тектоническое поднятие. Аналогичные средние соотношения скоростей тектонического поднятия и денудационного снижения (5:1) получены Г.К. Габриеляном для нивального пояса Большого Кавказа [11]. Близкие зна-

чения этого соотношения указывает В.А. Хрисанов для горной Северной Осетии (для высокогорий 12:1 – 14:1, для среднегорий 6:1 – 8:1, для низкогорий 2:1 – 4:1) [12].

Таким образом, рассмотренные эпигеосинклинальные горные области Евразии в настоящее время продолжают восходящее развитие, в ходе которого механическая денудация даже в ледниковых зонах не компенсирует продолжающееся тектоническое поднятие. Учет денудации химической не может существенно изменить установленные соотношения, ибо она в горных областях обычно меньше денудации механической.

Восходящее развитие горных областей преобладало в течение всей орогенной стадии альпийского цикла (35–40 млн. л.), начавшейся на рубеже эоцена и олигоцена. Только при таких условиях и могли возникнуть горы. Однако, судя по величине общего денудационного среза гор и объемам накопленного в межгорных и предгорных впадинах обломочного материала, отношение T/D за весь орогенный этап вряд ли превосходит 2:1 – 4:1, т.е. в среднем за весь этап было меньше современного. Можно полагать, что это отношение постоянно изменялось вместе с тектоническим режимом и климатом. В эпохи нисходящего развития рельефа, когда денудационное снижение преобладало над тектоническим поднятием, происходила частичная планация рельефа. Особенно ярко такое нисходящее развитие и планация рельефа проявилось в позднем миоцене (сарматский век).

В настоящее время продолжается рост гор и, как сообщил недавно немецкий журнал “Der Spiegel” (“Известия” 19 ноября 1999 г.), картографам уже приходится вносить изменения в высотные отметки вершин Гималаев и некоторых других гор.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Лопатин Д.В. Эрозия и сток наносов // Природа. 1950. № 7. С. 19–28.
2. Страхов Н.М. Основы теории литогенеза. М.: Изд-во АН СССР, 1962. Т. 1. 212 с.
3. Walling D.E., Webb B. Patterns of sediment yield // Background to Paleohydrology. Chichester. 1983. P. 69–100.
4. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Эрозия и сток наносов на Земле. Казань: Изд-во Казанск. ун-та, 1984. 264 с.
5. Дедков А.П., Мозжерин В.И. Глобальный сток наносов в океан: природная и антропогенная составляющие // Эрозионные и русловые процессы. М.: Изд-во МГУ, 2000. Вып. 3. С. 15–23.
6. Weiss F.N. Sediment monitoring, long term loads balances and management strategies in southern Bavaria // Erosion and sediment yield: global and regional perspectives. IANS publication. 1996. № 236. P. 575–586.
7. Bednarchuk T., Madesku M. Erosional processes in small Carpatian watersheds // Erosion and sediment yield: global and regional perspectives. IANS publication. 1996. № 236. P. 399–404.
8. Габриелян Г.К. Интенсивность денудации Кавказа // Геоморфология. 1971. № 1. С. 22–27.
9. Лайчак А. Интенсивность денудации Карпат по стоку взвешенных наносов рек // Геоморфология. 1992. № 1. С. 73–85.
10. Лилиенберг Д.А. Современная геодинамика Альпийского орогенного пояса Южной Европы // Геоморфология. 1985. № 4. С. 16–29.
11. Габриелян Г.К. О денудационном срезе Кавказа // Геоморфология. 1979. № 3. С. 55–59.
12. Хрисанов В.А. Масштабы современной денудации Кавказа (на примере Северной Осетии) // Геоморфология. 1979. № 4. С. 81–85.

Казанский государственный университет

Поступила в редакцию
18.03.2005

THE RECENT DENUDATION RATE AND UPLIFT VELOCITY OF EPIGEOSYNCLINAL MOUNTAINS OF EURASIA

L.R. MAMINA

S u m m a r y

Recent mechanical denudation rate in Alps, Carpathians, West and East Caucasus, and Himalayas was estimated by the sediment discharge data. The values obtained were compared with tectonic uplift velocities. Everywhere within the axial zone of the mountains the tectonic uplift predominates denudation in ratio 1.8:1 – 6.4:1. This indicates the continuous upward evolution of mountains. Recent rates of mountains uplift are higher than average rates for the whole neotectonic stage.