

УДК 551.432

Л. Н. ЗОГРАБЯН и Ф. С. ГЕВОРКЯН

«ЭНЕРГИЯ РЕЛЬЕФА», ЕЕ КАРТИРОВАНИЕ И ЗНАЧЕНИЕ
В ПРОЦЕССЕ ЭРОЗИИ

Термин «энергия рельефа» ввел в геоморфологию Парч [Partsch, 1911], подразумевая под ним амплитуду между максимальным и минимальным гипсометрическими уровнями в пределах какого-либо участка земной поверхности, т. е. глубину расчленения. Впоследствии термин «энергия рельефа» трактовался разными авторами по-разному. Венгерский ученый Ловаш [Lovasz, 1956] предлагает под этим термином понимать средние величины уклонов.

Были попытки дать понятию «энергия рельефа» чисто физический смысл. А. И. Спиридонов (1952) считает, что всякий участок земной коры, лежащий выше базиса эрозии, обладает запасом потенциальной энергии $w = PH$ (где P — масса земной коры, поднятая над уровнем океана на высоту H), которая может быть до некоторой степени названа «энергией рельефа». В. П. Философов (1967) предлагает потенциальную энергию рельефа выражать формулой потенциальной энергии тела $E = mgh$. В данном примере масса тела, по В. П. Философову, — это масса топографического рельефа, расположенного между земной поверхностью и поверхностью геоида. В этом случае «энергия рельефа» выражается эргами (точнее джоулями), а разность высот приобретает значение разности потенциальной энергии.

Несомненно, что с поднятием земной коры возникает определенное количество потенциальной энергии, активизирующей процессы эрозии и денудации на поверхности поднимающейся территории, в результате которых усиливается расчленение местности как по вертикали, так и в горизонтальном плане.

Вертикальное и горизонтальное расчленение рельефа неотделимы и их надо рассматривать как составные части единого процесса расчленения. Следует отметить, как это правильно указывал Стрелер [Strehler, 1957], что с увеличением густоты расчленения уменьшается величина глубины расчленения и наоборот. Поэтому если отделять морфологически эти два показателя друг от друга и рассматривать их отдельно, то можно выяснить только одну сторону потенциальных возможностей рельефа. Поэтому, мы считаем подход Парча к понятию «энергия рельефа» односторонним, т. к. «энергией рельефа» он считал только глубину расчленения.

Предложенное В. П. Философовым понятие «потенциальная энергия рельефа» также неполноценно, поскольку отражает только геофизические особенности рельефа, не учитывая при этом значения экзогенных факторов и фактора времени. Трудно согласиться с мнением В. П. Фило-

софова и о том, что денудация и эрозия более активны в высоких горах, сложенных более плотными эффузивными и метаморфическими породами, чем на равнинах, сложенных рыхлыми осадочными породами, поскольку по мере поднятия местности увеличивается потенциальная энергия и усиливается размыв рельефа. Теоретически это так. Однако, исследования денудационных и эрозионных процессов Г. К. Габриеляном и Л. Н. Зограбяном [1962] в Армянской ССР показали, что они наиболее интенсивны не в высокогорной, а в среднегорной (от 1500 до 2500—2800 м) зоне и размыв рельефа определяется не столько абсолютным поднятием и плотностью пород, сколько величиной уклонов и расчленения, а также степенью активности гидрометеорологических процессов и геологическим строением местности, которые фиксируются в особенностях форм рельефа. Последние непосредственно влияют на весь ход экзогенного комплекса рельефообразования, в первую очередь на эрозионно-денудационные процессы, либо благоприятствуя, либо задерживая их развитие. Исходя из этого, под термином «энергия рельефа» надо понимать такой морфологический показатель, который наиболее объективно выражает благоприятствующую или задерживающую способность рельефа процессам размыва, при этом учитываются величины как глубинной, так и горизонтальной расчлененности, а также уклоны (Зограбян Л. Н., Геворкян Ф. С., 1968). Этот комплекс морфометрических показателей может выявить потенциальные возможности рельефа, влияющие на активность эрозионных процессов. Таким образом, понятие «энергия рельефа» имеет не только чисто физический смысл, но и геоморфологический, который можно представить коэффициентом энергии рельефа, полученным формулой

$$Q = \frac{HL \cdot \Sigma l}{P^2}$$

Она включает в себя формулу густоты расчленения $\left(a = \frac{L}{P}\right)$ Неймана и величину уклонов поверхности $\left(\operatorname{tg} \alpha = \frac{H \cdot \Sigma l}{P}\right)$ Финстервальдера и Пейкера [по Э. Л. Якименко, 1967].

В приведенной формуле Q —коэффициент «энергии рельефа», H —средняя глубина расчленения, L —общая длина долин на данном участке, Σl —длина изогипс, P —площадь исследуемого участка. Из формулы видно, что энергия рельефа прямо пропорциональна глубине и густоте расчленения, так как средний угол рельефа имеет прямую связь с глубиной расчленения.

Нами составлена морфометрическая карта «энергии рельефа» (фиг. 1), позволяющая одной величиной фиксировать те основные количественные показатели и особенности форм рельефа, которые влияют на интенсивность геоморфологических процессов и обуславливают их направленность.

«Энергия рельефа» Армянской ССР картирована следующим образом: на крупномасштабных картах выделены «однородные» (в смысле Известия, XXII, 4—6

уклонов одинаковой величины) участки поверхности и определены их средние натуральные величины, далее в этих контурах рассчитаны коэффициенты густоты расчленения и эти две величины перемножены. Полученные цифровые данные т. е. коэффициенты «энергии рельефа», сгруппированы в следующих градациях: до 0,02; 0,03—0,05; 0,06—0,10; 0,11—0,15; 0,16—0,20; 0,21—0,30; 0,31—0,40; 0,41—0,50; 0,51—0,60; 0,61—0,70; 0,71 и более (в тексте и на карте приводятся генерализованная схема этой градации).



Фиг. 1. Схематическая карта «энергии рельефа» Армянской ССР.
Коэффициенты «энергии рельефа»: 1. до 0,02, 2. 0,30—0,10, 3. 0,11—0,30,
4. 0,31—0,60, 5. 0,61 и и более.

0,71 и более (в тексте и на карте приводятся генерализованная схема этой градации).

Анализ карты «энергии рельефа» и геоморфологических процессов влияющих на размыв и аккумуляцию, позволили нам выделить на территории республики следующие участки рельефа с соответствующими коэффициентами «энергии рельефа»:

1. Участки поверхности рельефа, задерживающие эрозионную деятельность, с коэффициентом «энергии рельефа» до 0,02. Морфологически они представляют собой участки новейшей аккумуляции (донья межгорных котловин, заполненных озерно-речными отложениями, и вулканические плато, сложенные голоценовыми лавовыми потоками). Данный

Таблица 1

Распределение площадей, занимаемых коэффициентами "энергии рельефа" по основным морфогенетическим типам рельефа и высотным горным зонам Армянской ССР

Коэффициент "энергии рельефа"	Характер рельефа, влияющий на эрозию	Складчатые и складчато-глыбовые горы								Вулканические горы								Долина межгорных котловин						Всего в Армянской ССР						
		низкие горы (до 1500 м)		средневысотные горы (1500—2500 м)		высокие горы (более 2500 м)		всего в данном типе рельефа		низкие горы (до 1500 м)		средневысотные горы (1500—2500 м)		высокие горы (более 2500 м)		всего в данном типе рельефа		низкогорная зона (до 1500 м)		средневысотная горная зона (1500—2500 м)		всего в данном типе рельефа								
		км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%	км ²	%			км ²	%			
до 0,02	задерживающий	—	—	—	—	—	—	—	—	579,0	5,7	806,0	8,0	—	—	1385,0	13,7	1964,0	55,2	697,0	19,7	2661,0	74,9	4046,0	14,2					
0,03—0,05	слабо задерживающий	87,0	0,6	52,0	0,4	—	—	139,0	1,0	937,0	9,3	1478,0	14,6	186,0	1,8	2601,0	25,7	180,0	5,1	424,0	11,9	604,0	17,0	3344,0	11,8					
0,06—0,10		336,0	2,3	288,0	2,0	—	—	624,0	4,3	517,0	5,1	1568,0	15,5	641,0	6,3	2726,0	26,9	48,0	1,3	248,0	6,8	296,0	8,1	3646,0	13,8					
0,11—0,15	слабо благоприятствующий	611,0	4,2	926,0	6,2	25,0	0,2	1562,0	10,6	88,0	0,9	742,0	7,3	516,0	5,1	1346,0	13,3	—	—	—	—	—	—	—	—	2908,0	9,3			
0,16—0,20		502,0	3,4	1029,0	7,0	325,0	2,2	1856,0	12,6	12,0	0,1	531,0	5,2	454,0	4,5	997,0	9,8	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2853,0	10,1		
0,21—0,30		951,0	6,5	2645,0	18,0	521,0	3,5	4117,0	28,0	28,0	0,3	268,0	2,6	488,0	4,8	788,0	7,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	4905,0	17,2	
0,31—0,40	благоприятствующий	819,0	5,6	1418,0	9,6	284,0	1,9	2521,0	17,1	34,0	0,3	97,0	1,0	158,0	1,6	289,0	2,9	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	2810,0	9,9	
0,41—0,50		451,0	3,1	930,0	6,3	426,0	2,9	1807,0	12,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1807,0	6,4	
0,51—0,60		331,0	2,2	596,0	4,1	98,0	0,7	1025,0	7,0	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	1025,0	3,6
0,61—0,70	сильно благоприятствующий	101,0	0,6	216,0	1,5	232,0	1,6	549,0	3,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	549,0	1,9
0,71 и более		51,0	0,3	253,0	1,7	203,0	1,4	507,0	3,4	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	507,0	1,8
		4240,0	28,8	8353,0	56,8	2114,0	14,4	14707,0	100,0	2195,0	21,7	5489,0	54,2	2443,0	24,1	10127,0	100,0	2192,0	61,6	1369,0	38,4	3561,0	100,0	28400,0*	100,0					

* Без площадей оз. Севан (1362 м²) и Арпи (22,0 м²).

тип рельефа характеризуется ровной или пологой поверхностью со слабо развитой долинной сетью, вследствие чего резко уменьшается живая сила поверхностных водотоков. Большая часть осадков инфильтруется, отсутствует размыв поверхности, чему способствуют как геологические структуры, так и усиливающиеся процессы аккумуляции.

2. Участки поверхности рельефа слабо задерживающие (ограничивающие) эрозию, с коэффициентом «энергии рельефа» от 0,03 до 0,10.

Морфологически они представляют собой вулканические плато, склоны вулканических массивов и предгорные шлейфы плейстоценового возраста, непосредственно примыкающие к доньям межгорных котловин. На лавовых плато, характеризующихся исключительными инфильтрационными способностями пород, поверхностный сток отсутствует, вследствие чего речная сеть развита очень слабо, не ветвиста, в основном, прямолинейна, сток образуется, главным образом, за счет подземных вод, что приводит к слабой линейной эрозии, боковая же эрозия отсутствует.

В предгорных шлейфах аккумуляция преобладает над размывом.

3. Участки рельефа, слабо благоприятствующие эрозии с коэффициентом «энергии рельефа» 0,11—0,30. Это участки верхних склонов вулканических массивов, некоторые участки нижних склонов и денудационные поверхности складчато-глыбовых гор.

Здесь мы имеем уже значительные уклоны и развитую речную сеть, наличие как аккумуляции, так и эрозии, но с преобладанием эрозии над аккумуляцией.

4. Участки рельефа, благоприятствующие эрозии с коэффициентом «энергии рельефа» 0,31—0,60. Расположены на склонах складчато-глыбовых гор. Имеют крутые склоны и хорошо развитую долинную сеть. С увеличением густоты расчленения и уклонов уменьшается длина поверхностного стока и увеличивается его скорость [Р. Хортон, 1948], поверхностные водотоки быстро собираются в руслах рек, уменьшая потери вод от испарения и инфильтраций, вследствие чего денудирующая сила воды увеличивается.

5. Участки поверхности рельефа, сильно благоприятствующие эрозии с коэффициентом «энергии рельефа» 0,61 и более. Они тоже морфогенетически представляют собой склоны складчато-глыбовых гор, но отличаются более крутыми склонами (30° и более).

Живая работа воды очень велика, размыв рельефа весьма интенсивен.

Важным вопросом морфометрии является статистический анализ количественных показателей рельефа.

Нами подсчитаны площади, по различным коэффициентам «энергии рельефа», и полученные цифровые данные статистически обработаны в разрезах основных морфогенетических типов рельефа и высотных горных зон (табл. I).

Рельеф Армянской ССР представляет собой сложное сочетание складчато-глыбовых хребтов, вулканических нагорий и межгорных кот-

ловин. Эти три основных генетических типа рельефа составляют основу при морфологических анализах, поскольку они резко отличаются и своими морфометрическими особенностями. [Ф. С. Геворкян, Р. В. Меликсетян, 1967]. Это видно также из приведенной таблицы. В складчато-глыбовых горах отсутствует задерживающий характер рельефа. Здесь преобладают, главным образом, слабо благоприятствующий и благоприятствующий характер рельефа с коэффициентами 0,11—0,60, составляющий 87,6% площади складчато-глыбовых гор, а сильно благоприятствующий характер рельефа с коэффициентом 0,61 и более составляет 7,1%.

В вулканических нагорьях 66,3% всей площади занимают участки с задерживающим характером рельефа с коэффициентом до 0,10, 30,8% — со слабо благоприятствующим характером, 2,3% — с благоприятствующим, а с сильно благоприятствующим — вообще отсутствуют.

Донья межгорных котловин отличаются задерживающим характером.

Для большей части территории республики (60,2%) характерны благоприятствующие для развития эрозионных процессов условия рельефа. Лишь 39,8% отличается задерживающим характером рельефа. Наблюдаются также различия между условиями рельефа в развитии эрозии по высотным зонам гор.

Карта «энергии рельефа», наряду с научно-теоретическим значением, имеет также практическое значение. Она может служить основой для изучения некоторых активно действующих экзогенных процессов — селей, эрозии почв, денудации и т. д.

Отдел географии института геологических наук
АН АрмССР

Поступила 5.VIII.1968.

Լ. Ն. ԶՈՂՐԱԲՅԱՆ, Ֆ. Ս. ԳԵՎՈՐԿՅԱՆ

«ՌԵԼԻԵՖԻ ԷՆԵՐԳԻԱՆ», ՆՐԱ ՔԱՐՏԵԶԱԿՐՈՒՄԸ ԵՎ ՆՇԱՆԱԿՈՒԹՅՈՒՆԸ
ԷՐՈԶԻԱՅԻ ՊՐՈՑԵՍՍՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ու մ

«Ռելիեֆի էներգիան» տերմինի տակ հեղինակները հասկանում են այնպիսի մորֆոմետրիական ցուցանիշ, որը հաշվի է առնում ռելիեֆի մասնատման խորությունը և խտությունը, ինչպես նաև լանջերի թեքությունները, որոնք հնարավորություն են տալիս բացահայտել տեղատարման կամ կուտակման պրոցեսներին արգելակող կամ նպաստող ռելիեֆի պոտենցիալ հնարավորությունները:

Հայկական ՍՍՀ-ի տերիտորիայի «ռելիեֆի էներգիան» քարտեզագրվել է հետևյալ եղանակով. խոշոր մասշտաբի տեղագրական քարտեզներում առանձնացվել է «միատար» (թեքությունների միատեսակ մեծությունների իմաստով) մակերևույթի տեղամասերը և որոշվել նրանց բնական մեծությունները: Այդ տեղամասերում որոշվել է նաև մասնատման խտության պորժակիցները և այդ ձևով մեծությունները բազմապատկվել իրար հետ: Ատաղված թվային տվյալ-

ները, այսինքն «ոելիեֆի էներգիայի» գործակիցները խմբավորվել են: Հստակագործակիցների մեծության առանձնացվել են ոելիեֆի հետևյալ տեղամասերը. 1. էրոզիային արգելակող ոելիեֆի տեղամասեր, մինչև 0,02 «ոելիեֆի էներգիայի» գործակիցներով, 2. թույլ արգելակող (սահմանափակող) տեղամասեր՝ 0,03—0,10 գործակիցներով, 3. թույլ նպաստող տեղամասեր՝ 0,11—0,30, 4. նպաստող՝ 0,31—0,60, 5. ուժեղ նպաստող՝ 0,61 և ավել:

«Ռելիեֆի էներգիայի» գործակիցների զբաղեցրած մակերեսների վիճակագրական մշակումը ցույց տվեց «ոելիեֆի էներգիայի» կտրուկ տարբերություններ ոելիեֆի հիմնական մորֆոգենետիկական տիպերի (հրաբխային լեռներ, ծալքա-բեկորային լեռներ և միջլեռնային գոգավորությունների հատակներ), ուղղաձիգ լեռնային գոտիների (ցածրադիր միջին բարձրության և բարձրադիր և խոշոր լեռնադրական միավորների՝ Զանգեզուր, Վալք, Գուգարք և այլն) միջև:

Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Волков Н. М. Принципы и методы картометрии. М., 1950.
2. Габриелян Г. К., Зограбян Л. Н. Процессы денудации. В кн.: Геология Армянской ССР, том I (Геоморфология), Изд. АН Арм. ССР, 1962.
3. Геворкян Ф. С., Меликсетян Р. В. Опыт составления орфографических карт (на примере Армянской ССР), Известия АН Арм. ССР, Науки о Земле. № 5—6, 1967.
4. Зограбян Л. Н., Геворкян Ф. С. Об «Энергии рельефа» и его значении в эрозии. Современные экзогенные процессы. Тезисы докл. VII пленума геоморф. комиссии при отд. наук о Земле АН СССР, ч. I, Киев, 1968.
5. Исаченко А. Г. Физико-географическое картирование (часть II). Изд. Ленинградского университета, 1960.
6. Спиридонов А. И. Геоморфологическое картографирование. Географиз, М., 1952.
7. Философов В. П. Значение карты потенциальной энергии рельефа для геоморфологических и неотектонических исследований. В кн.: Методы геоморфологических исследований. Том I. Изд. Наука, Новосибирск, 1967.
8. Хортон Р. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. Изд. иностр. литер. М., 1948.
9. Якименко Э. Л. Показатель интенсивности глубинной эрозии в комплексе морфо-структурных исследований. В кн.: Методы геоморфологических исследований. Том I. Изд. Наука, Новосибирск, 1967.
10. Lovast G. A reliefenergia uj abrasolasa. „Foldr. ert“, 1965, 14, № 1.
11. Partsch J. Schlesien.—Eine Landeskunde für das deutsche Volk. II, Breslan, 1911.
12. Stragler A. N. Quantitative analysis of watershed geomorphology. Trans. Amer. Geophys. Union, 1957, 38, № 6.