

УДК 551.4(479.25)

**Ф. С. ГЕВОРКЯН****О КОМПЛЕКСНЫХ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЯХ  
ДЛЯ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЭРОЗИОННОГО РАСЧЛЕНЕНИЯ  
В ГОРНЫХ РАЙОНАХ****(на примере бассейна оз. Севан в Армянской ССР)**

Для комплексной характеристики и картирования морфометрических показателей предлагается балльная система оценки рельефа, сущность которой состоит в следующем: крупномасштабные топокарты покрываются квадратной сеткой; в каждом квадрате определяются средний угол наклона поверхности, коэффициенты глубины и густоты расчленения, а также доминирующие экспозиции склонов. Полученные величины оцениваются в каждом квадрате по баллам; по суммарному количеству баллов квадраты объединяются в группы.

Рекомендуемый способ дает возможность выделять участки с разной интенсивностью эрозионных процессов и частично прогнозировать развитие эрозии.

В горных странах рельеф, изменяя ход гидрометеорологических процессов, влияет на распределение поверхностного стока и тем самым на активность эрозионных процессов. Степень (интенсивность) воздействия текущих вод на рельеф находит выражение в его морфологических особенностях и морфометрии. Анализ этих особенностей дает возможность не только изучать эрозионные процессы, но и выявлять особенности взаимодействия между рельефом и экзогенными агентами, приводящего к образованию и развитию скульптурных форм рельефа.

Эти вопросы рассмотрены нами на примере вулканического рельефа Армянского нагорья в бассейне оз. Севан. Одна из главных особенностей вулканического рельефа — слабое эрозионное расчленение, обусловленное его молодостью и исключительно высокой инфильтрационной способностью вулканических пород. Наименьшей расчлененностью характеризуется высокогорная зона (2500 м и более) вулканического рельефа, где выпадает максимум осадков. Питание рек здесь в основном подземное, поверхностный сток почти отсутствует. Эродирующая способность потоков возрастает на коротких и крутых склонах, так как в этом случае увеличивается их скорость, что способствует уменьшению потерь на инфильтрацию и испарение и быстрому поступлению воды в русла рек. Об эрозионной расчлененности рельефа можно судить по густоте овражно-долинной сети, глубине расчленения и уклонам. Пропорционально густоте и глубине расчленения увеличивается дневная поверхность, находящаяся в сфере влияния экзогенных агентов.

Для оценки степени эрозионного расчленения рельефа необходимо установить суммарный (синтетический) показатель, который включал бы основные факторы, воздействующие на этот процесс. Нам кажется, что в этом случае целесообразно применить балльную систему оценки рельефа, предложенную Л. Е. Сетунской (1963). Л. Е. Сетунская баллами оценивала длину линии стока, уклоны, характер угодий и ли-

тологию. Мы баллами оцениваем уклоны, густоту и глубину расчленения и экспозицию, исключая из оценок другие факторы, в том числе литологию, характер угодий, длину стока, так как их влияние отражается в основном в вышеуказанных морфометрических показателях.

Наши работы показали, что в основу картоизмерительных работ наиболее удобно положить квадрат или трапецию, а при составлении карт провести некоторую географическую генерализацию, предложенную А. И. Спиридоновым (1952). Данный метод, по нашему мнению, дает действительную картину расчленения, так как квадраты равномерно распределяются в орографических единицах (особенно в условиях однотипного вулканического рельефа) и четко характеризует участки с различной степенью расчленения. Картирование по элементарным орографическим единицам трудоемко и дает менее объективную картину расчленения. Надо отметить, что орографические единицы не однородны по степени расчленения, как представляет А. Г. Исаченко (1960). Однородными контурами являются их различные части (гребни, поверхности выравнивания, отдельные мелкие массивы и т. д.), которые можно выделить лишь условно.

Точность картоизмерительных работ зависит от размера квадрата: чем меньше квадрат, тем точнее и ближе к естественной получается картина расчленения.

Методика картирования по суммам баллов морфометрических показателей состоит в следующем. Крупномасштабная топографическая карта экспериментального участка была покрыта сетью квадратов с величиной каждого из них на местности  $4 \text{ км}^2$ . В каждом квадрате был определен средний угол наклона поверхности по формуле  $\text{tg } \alpha = \frac{h \sum l}{P}$  (Волков, 1950), где  $\alpha$  — средний угол наклона (в градусах),  $h$  — сечение рельефа,  $\sum l$  — длина изогипс,  $P$  — площадь квадрата ( $4 \text{ км}^2$ ).

Величину уклонов мы сгруппировали и оценили по баллам.

По формуле  $b = \frac{\Delta H}{P}$ , где  $\Delta H$  — максимальная глубина расчленения рельефа в каждом квадрате,  $P$  — площадь квадрата (Якименко, 1967), был определен коэффициент глубины расчленения ( $b$ ). В каждом квадрате рассчитан также коэффициент густоты расчленения ( $D$ ) по формуле  $D = \frac{\sum l}{P}$ , где  $\sum l$  —

длина всех долин и оврагов в его границах,  $P$  — площадь квадрата. Полученные коэффициенты сгруппировали и оценили по баллам. Затем были определены доминирующие экспозиции склонов для каждого из них (начиная от уклонов  $5^\circ$  и выше). Каждой экспозиции дали соответствующий балл, кладя в основу неравномерное распределение солнечной энергии на различных склонах (таблица).

После таких картоизмерительных работ и получения суммы баллов квадраты объединили в шесть групп: до 5, 5—10, 10—15, 15—20, 20—25 и 25—30 баллов.

Оценка величин морфометрических показателей (по баллам)

Уклон		Густота расчленения	
градус	балл	коэффициент ( $\text{км}/\text{км}^2$ )	балл
До 1	1	До 0,2	1
1—3	2	0,2—0,5	2
3—5	3	0,5—1,0	3
5—8	4	1,0—1,5	4
8—12	5	1,5—2,0	5
12—16	6	2,0—2,5	6
16—20	7	2,5	7
20—30	8		
30—40	9		
более 40	10		

Глубина расчленения		Экспозиция склонов	
коэффициент ( $\text{м}/\text{км}^2$ )	балл	экспозиция	балл
До 5	1	С	1
5—10	2	СВ	1,5
10—25	3	СЗ	2
25—50	4	В	2,5
50—75	5	З	3
100	7	ЮЗ	4,5
		ЮВ	4
		Ю	5

Сравнительный анализ составленной карты, сопоставление ее с геоморфологическими, гидрологическими, почвенными картами и с данными полевых наблюдений на ключах дали возможность выделить ряд участков рельефа с различной степенью развития процессов эрозии, которые характеризуются ниже (см. рис.).

1. Нерасчлененные и очень слабо расчлененные участки с условиями рельефа, тормозящими развитие процессов эрозии (сумма баллов до 5). Это аккумулятивные равнины и вулканические плато в прибрежной полосе оз. Севан. Поверхность их ровная, местами слабонаклонная (до  $3^\circ$ ), нерасчлененная или слабо расчлененная (до 0,5), глубина расчленения не превышает 15 м. Сложены они в основном водопроницаемыми породами (сильнотрещиноватыми голоценовыми андезито-базальтами, песками, галечниками и т. д.). Плоскостная эрозия отсутствует.



Картограмма участков вулканического рельефа в бассейне оз. Севан с балльной оценкой морфометрических показателей

1 — нерасчлененные и очень слабо расчлененные (сумма баллов до 5); 2 — осушившиеся участки озера с интенсивной речной эрозией (сумма баллов до 5); 3 — слабо расчлененные (сумма баллов до 5—10); 4 — среднего расчленения (сумма баллов 10—15); 5 — сильно расчлененные (сумма баллов 16—20); 6 — очень сильно расчлененные (сумма баллов 25—30)

В поймах транзитных рек (Гаварагет, Цаккар, Аргичи, Мартуни, Карчахбюр, Масрик) слабо развита боковая эрозия, вызывающая медленное разрушение надпойменной террасы. Несколько иная картина наблюдается в непосредственной близости к оз. Севан на осушившихся участках, где происходит интенсивная глубинная и боковая эрозия рек, обусловленная быстрым понижением базиса эрозии. Согласно наблюдениям за 15 лет, реки здесь усиленно формируют свои продольные профили равновесия в рыхлых отложениях, не только углубляя (местами до 10—12 м), но и расширяя свою долину иногда более чем на 100 м.

2. Слабо расчлененные участки с условиями рельефа, ограничивающими процесс эрозии (сумма баллов 5—10): днища межгорных котловин, расположенных выше 100 м и более от уровня оз. Севан (Гаварагетский, Аргичинский), вулканические плато (Ератмберский, Арцвакарский), ла-

вовые поля (Армаганский) и потоки (Поракский и др.). Эти участки сложены верхнечетвертичными лавами и озерно-речными отложениями. Поверхность их, несмотря на значительное увеличение уклонов, местами достигающих до  $5-10^\circ$ , слабо или совсем не расчленена овражно-долинной сетью. Это обусловлено как высокой инфильтрационной способностью пород, так и преобладанием затененных склонов, что не способствует размыву. На ровных днищах межгорных котловин эрозионные процессы в некоторой степени активизируются благодаря значительной густоте расчленения и наличию рыхлых отложений. При ливневых дождях водные потоки образуют здесь русла, эрозионные борозды, маленькие овраги.

3. Участки рельефа среднего расчленения, с несколько лучшими условиями развития эрозии (сумма баллов  $10-15$ ), представляют мезосклоны вулканических нагорий с уклонами  $5-15^\circ$  и относительно развитой долинной сетью ( $1.0-2.0$ ). Эти участки доминируют на изучаемой территории. Здесь значительное развитие получает речная эрозия. Плоскостной смыв развит слабо, некоторое оживление его наблюдается на склонах и уступах. Происходит интенсивный смыв на пашне. Слабому развитию плоскостной эрозии помимо других факторов благоприятствует затененность склонов (преобладают северная, восточная и северо-восточная экспозиции). Освещенными являются лишь склоны долин и вулканических конусов.

4. Сильно расчлененные участки рельефа с условиями, благоприятствующими развитию эрозии (сумма баллов  $15-20$ ), — верхние части склонов вулканических щитов, подвергшиеся ледниковому расчленению и сложенные более древними ( $N_2^3-Q_{1-2}$ ) эффузивами. Здесь эродирующая способность стекающих вод увеличивается главным образом за счет уклонов ( $15-20^\circ$  и более) и глубины расчленения. Повсеместно развиты речная эрозия (в основном глубинная), плоскостной смыв почвенного покрова с освещенных склонов, а также гравитационные процессы.

5. Очень сильно расчлененные участки с условиями рельефа, активно благоприятствующими развитию эрозии (сумма баллов  $25-30$ ), — склоны ледниковых трогов и каров. Здесь развит весь комплекс процессов выветривания и денудации, происходит усиленная транспортировка продуктов выветривания с помощью как стекающих вод, так и гравитационных процессов (каменные потоки, оползни, обвалы). Значительное влияние на выветривание и транспортировку горных пород оказывает фактор экспозиции. Наблюдения на склонах Мартунинского (Каранлук) трога, сформировавшегося на северном склоне Варденисского нагорья, показали, что освещенный склон с уклонами  $30-40^\circ$  отличается слаборазвитым и смытым почвенно-растительным покровом. Широко распространены выходы коренных пород и каменные потоки. Этот склон, находящийся под влиянием юго-западных ветров, рано освобождается от снежного покрова. На северо-восточном склоне, величины уклонов которого намного уступают противоположному склону, хорошо развит почвенно-растительный покров. Распространение выветренного материала ограничено. Такие различия между освещенными и затененными склонами наблюдаются также в других трогах и крупных эрозионных долинах Варденисского и Гегамского нагорий.

Как следует из сказанного, различные участки и морфологические типы вулканического рельефа бассейна оз. Севан характеризуются неодинаковыми величинами суммы баллов морфометрических показателей и соответственно различным характером и активностью эрозионных процессов. Определение и картирование величин морфометрических показателей по балльной системе или другим способом дает нам критерии: а) для объективной характеристики и сравнительно-картографического анализа различных участков рельефа; б) для определения роли рельефа в торможении или усилении процессов эрозии; в) для выделения

участков с разной интенсивностью эрозионных процессов, на основе чего можно предпринять попытки прогнозирования дальнейшего хода развития эрозии в конкретных районах.

Картирование морфометрических показателей по сумме баллов может быть применено для изучения активно действующих экзогенных процессов — селей, эрозии почв, денудации, гравитационных процессов, поверхностного стока и т. д.

#### ЛИТЕРАТУРА

- Волков И. М. Принципы и методы картометрии. М., 1950.  
Исаченко А. Г. Физико-географическое картирование, ч. II. Изд. ЛГУ, 1960.  
Сегунская Л. Е. Опыт количественной оценки факторов, влияющих на активность оврагов. В кн.: Количественные методы в геоморфологии (Вопросы геогр. сб. 63). М., 1963.  
Спирidonov А. И. Геоморфологическое картографирование, М., Географиз, 1952.  
Якименко Э. Л. Показатель интенсивности глубинной эрозии в комплексе морфоструктурных исследований.— В кн.: Методы геоморфологических исследований, т. I. Новосибирск, «Наука», 1967.

Институт геологических наук  
АН Армянской ССР

Поступила в редакцию  
23.VI.1970

---

### ON THE COMPLEX MORPHOMETRIC INDICES FOR CHARACTERIZING EROSIONAL DISSECTION IN MOUNTAIN AREAS: A CASE STUDY OF THE LAKE SEVAN BASIN IN THE ARMENIAN SSR

F. S. GEVORKYAN

#### Summary

Suggested is a point system of evaluating relief for a complex characteristic and mapping of morphometric indices. The essence of the system is the following: large scale topographic maps are covered with a square grid; in each square defined is an average angle of inclination of the surface, coefficients of the depth and density of dissection, and dominating expositions of slopes. The obtained values are estimated by points in every square, then squares are united into groups according to the summary number of points.

The method makes it possible to single out areas with different intensity of erosional processes and, to some extent to forecast the development of erosion.

---