

UDC 911.52

## Estimation of Erosion Dissection of North-Eastern Caucasus Relief for Recreational Land Use

<sup>1</sup> Vitaly V. Bratkov<sup>2</sup> Zagir V. Ataev<sup>1</sup> Moscow State University of Geodesy and Cartography, Russia

4, Gorokhovskiy pereulok, Moscow, 105064

Dr. (Geography), professor

E-mail: vratkov@mail.ru

<sup>2</sup> Dagestan State Pedagogical University, Russia

57, Yaragskogo street, Makhachkala, 367003

PhD (Geography), professor

E-mail: zagir05@mail.ru

**Abstract.** The digital model of the relief (DMR) of North-East Caucasus relief was used for an estimation of an erosive partition of territory. The card of usages of erosive forms and density of an erosive partition of a relief was made on basis of GIS-technology. The analysis of these parameters has allowed to estimate the potential of a relief of studied territory for such kinds of touristic and recreational activity, as foot and a cycle tourism.

**Keywords:** a recreation; morphometrical analysis of relief; an erosive partition of a relief; an order of water currents; erosive forms of a relief; GIS-technology.

В настоящее время развитие рекреации на Северном Кавказе является одним из приоритетных направлений экономического развития одноименного федерального округа. Для этого здесь имеются разнообразные виды природных рекреационных ресурсов: климатические, бальнеологические, гидрологические, почвенно-растительные и др. Довольно подробное качественное описание этих ресурсов было дано в рамках советской школы рекреационной географии [4; 7-8; 10]. Однако на современном этапе эффективность их освоения должна опираться не только на качественные, но и на количественные характеристики рекреационных ресурсов.

Северо-Восточный Кавказ является крайним восточным отрезком Большого Кавказа в пределах Российской Федерации. Он полностью занимает бассейны таких крупных рек, как Самур и Сулак, а также бассейны правых притоков крупнейшей реки этой части Северного Кавказа – Терека. Южная граница проходит по гребню Главного Кавказского хребта, а северная – по наиболее низким передовым хребтам – Терскому, Брагунскому, Гимринскому и др. [1; 3; 6]. В данных границах его площадь составляет 44940 км<sup>2</sup>.

Эрозионное расчленение является одним из традиционных показателей, характеризующих рельеф территории. Под ним понимается длина эрозионных форм рельефа (обычно в километрах), на единицу площади (гектар или квадратный километр). До недавнего времени для оценки эрозионного расчленения применялись топографические карты различного масштаба, на основе которых сначала выделялись эрозионные формы, а затем измерялась их протяженность [2]. Это была трудозатратная и кропотливая процедура, что сдерживало ее применение даже в рамках морфометрического анализа рельефа. В настоящее время она стала гораздо проще в связи с развитием ГИС-технологий и появлением цифровых моделей рельефа (ЦМР). В результате стало возможным не только качественное описание особенностей рельефа, но и его количественные оценки.

Эрозионное расчленение, помимо влияния на ландшафтный облик территории, является важным фактором экономического развития территории. Слаборасчлененные участки более благоприятны для расселения и хозяйственного освоения территории. Активизация эрозионных процессов (водных и ветровых) приводила к деградации пашни и пастбищ, ухудшению качества земель и другим негативным последствиям. Участки с более интенсивным расчленением чаще всего менее освоены и являются своеобразными локальными центрами сохранения и поддержания биологического разнообразия. Территории, на которых более интенсивно проявляются эрозионные процессы, в наименьшей степени пригодны для хозяйственного использования. Наиболее ярко это проявляется в горах, где населенные пункты располагаются чаще всего в днищах котловин.

Однако если для ведения хозяйства, строительства, прокладки транспортных коммуникаций эрозионное расчленение является препятствием, то для отдельных видов рекреационной деятельности, оно служит базой. Например, в конце 1980-х годов сначала в Западной Европе, а затем и в СССР и России стал развиваться так называемый «экзотический» туризм, смысл которого заключается в том, что рекреанты стремятся побывать в районах, в наименьшей степени затронутых цивилизацией. При этом данный сегмент рекреационного рынка имеет признаки элитарности: несмотря на небольшое количество желающих посетить такие места, стоимость подобных путешествий довольно высока. Поэтому выявление такого рода территорий и их рекреационное освоение является довольно перспективным направлением.

Для оценки одной из морфометрических характеристики рельефа – эрозионного расчленения территории Северо-Восточного Кавказа, нами была использована цифровая модель рельефа (ЦМР). В качестве основы были использованы результаты радиолокационной съемки Shuttle radar topographic mission (SRTM), предназначенной для построения высокоточной сети глобальной ЦМР. Эти данные хранятся в открытом доступе на сайте NASA (США). Исправленный снимок SRTM с разрешением около 70 м (соответствует среднемасштабным топографическим картам) пригоден для выполнения морфометрического анализа и построения соответствующих карт в среде геоинформационных систем (ГИС). Средством анализа этой ЦМР послужил пакет ArcGIS 9.3, в частности, модуль Spatial Analyst [9]. Первоначально карта была получена в растровом представлении, и далее она конвертировалась в векторное изображение. Итоговая обработка полученных векторных данных была осуществлена в пакете MapInfo, при помощи которого были рассчитаны длины линий эрозионных форм разных порядков.

Для оценки эрозионного расчленения изучаемой территории применялась классификация А. Стралера и методика, которая широко используется и рекомендуется для анализа морфологических характеристик эрозионного рельефа [2]. В ней за долину первого порядка принимается долина, в которую не впадает ни одна другая долина. При слиянии двух долин 1-го порядка образуется долина 2-го порядка. Сливаясь, долины 2-го порядка образуют долину 3-го порядка и т.д. Так как к собственно долинам относятся сформированные и формирующиеся эрозионные формы рельефа, то в данной классификации лучше говорить о порядках эрозионных форм.

Элементарными формами рельефа начальной линейной эрозии являются протяжины и водороины (1 порядок). Чаще всего они представляют собой узкие прямые линии, которые представляют собой систему тальвегов, ориентированных, как правило, под прямым углом к основной эрозионной сети. Протяжины переходят в водороины в средних и нижних частях склона, где они представляют собой мелкие, слабо врезанные эрозионные формы рельефа. Сливаясь, водороины переходят в

мелкие вершинные овраги. У оврагов, как эрозионных форм, различен порядок, они по своему происхождению и морфологической выраженности разнообразны. В целом можно выделить две группы оврагов: вершинные (склоновые) и донные. Первые, как правило, относятся к эрозионным формам 3-го порядка, вторые – 4-го порядка. Для оврагов разных типов характерно линейно-вытянутое или древовидное понижение с крутыми, а иногда отвесными склонами. Эрозионные формы 5–7 порядков (иногда 4), представлены долинами, имеющими постоянный водоток с четко выраженным руслом [11].

Как было отмечено выше, в состав Северо-Восточного Кавказа полностью входят горные части бассейнов рек Самур и Сулак, а также часть бассейна Терека, расположенная к востоку от г. Казбек, по меридиану которой обычно проводят границу между Центральным и Восточным Кавказом. Здесь представлены эрозионные формы с 1-го по 10-й порядки (табл. 1).

Таблица 1

### Количество и длина эрозионных форм рельефа разных порядков на территории Северо-Восточного Кавказа

Порядок	Количество		Длина	
	шт.	%	км	%
1	1305270	56,8	302451	66,8
2	507679	22,1	82106	18,1
3	237797	10,4	35880	7,9
4	121727	5,3	16700	3,7
5	64170	2,8	8088	1,8
6	29970	1,3	3649	0,8
7	16355	0,7	1968	0,4
8	8961	0,4	1149	0,3
9	3218	0,1	441	0,1
10	970	0,0	141	0,0
	<b>2296117</b>	<b>100,0</b>	<b>452573</b>	<b>100,0</b>

Как видно из данных таблицы 1, общее количество эрозионных форм на территории Северо-Восточного Кавказа составляет 2296117 протяженностью 452573 км. Около 2/3 всего количества эрозионных форм, а также их протяженности, приходится на элементарные (протяжины и водороины). До 20 % составляют мелкие овраги. Хорошо выраженные, «зрелые» эрозионные формы, начинаются с 3-го порядка и на их долю приходится около 30 % эрозионных форм рассматриваемой территории. В этой связи А.В. Погорелов и Ж.А. Думит (2009) считают, что большее внимание следует уделять хорошо выраженным эрозионным формам рельефа, то есть начиная с 3-го порядка. В этом случае количество эрозионных форм будет составлять 483168 шт., а их длина – 68016 км. Что касается сокращения количества порядков эрозионных форм, то в среднем при изменении порядка количество форм и их длина увеличивается примерно в 2 раза до 7 порядка, а далее – примерно в 3 раза. Рисунок эрозионной сети в целом связан с тектонико-геологическим строением территории и характеризуется преобладанием субмеридионального простирания хорошо выраженных и выработанных эрозионных форм, к которым приурочены наиболее крупные водотоки (7 и выше порядков) (рис. 1).

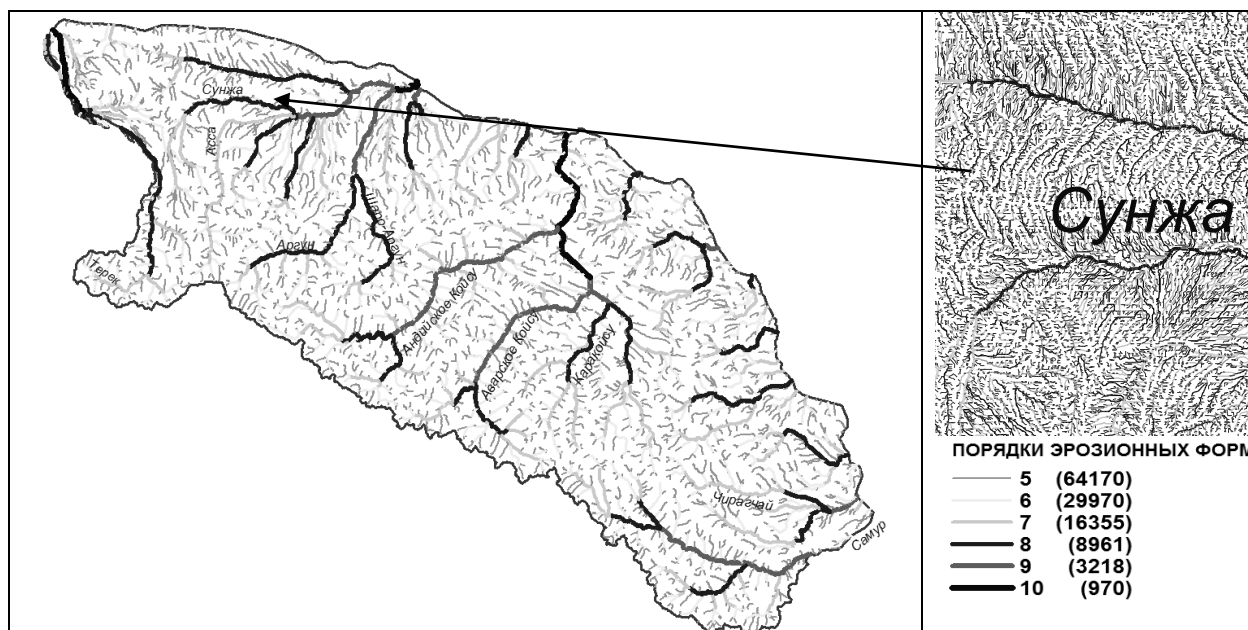


Рис. 1. Порядки эрозионных форм рельефа Северо-Восточного Кавказа (на врезке показаны формы, начиная со 2-го порядка)

С учетом того, что площадь рассматриваемой территории составляет 44940 км<sup>2</sup>, на 1 км<sup>2</sup> приходится примерно 52 эрозионные формы всех порядков общей протяженностью 10,1 км; а если учитывать «зрелые» эрозионные формы, то тогда на 1 км<sup>2</sup> приходится около 11 форм общей длиной 1,5 км. Однако, как показывает практика, эти параметры мало что имеют общего с реальностью, а конкретная величина эрозионного расчленения очень сильно изменяется от места к месту.

Для районирования территории по густоте эрозионного расчленения рельефа данная величина оценивается в пределах ячеек одинакового размера. Она зависит от величины территории и масштаба исследований и для региональных работ чаще всего применяется квадрат со стороной 10х10 км, то есть 100 км<sup>2</sup> [1; 5]. В этой связи для оценки густоты эрозионного расчленения территории Северо-Восточного Кавказа нами также была использована сетка со стороной квадрата 10 км. Исходя из размера и конфигурации исследуемого района, общее число квадратов составило 508, из которых 114 – неполных в разной степени. Пространственное распределение густоты эрозионного расчленения иллюстрирует рис. 2.

Густота эрозионного расчленения на изучаемой территории изменяется от менее 40 км/100 км<sup>2</sup> (соответственно, 0,4 км на 1 км<sup>2</sup>) до более 220 км/100 км<sup>2</sup>. Наиболее низкие значения величины эрозионного расчленения отмечаются преимущественно в высокогорной части, что объясняется, во-первых, тем, что здесь преобладают денудационные и гляциальные процессы, а во-вторых, в связи с граничным положением здесь отмечается наибольшее количество неполных квадратов. Тем не менее, для этой части характерно наиболее низкое общее эрозионное расчленение, что подтверждается наличием только здесь участков с величиной расчленения от 76 до 113 км/100 км<sup>2</sup>.

Наибольшую площадь занимают участки с величиной эрозионного расчленения 113–150 км/100 км<sup>2</sup> (241 квадрат, подавляющая часть которых полные). Эта градация охватывает не только высокогорный, но также и среднегорный высотные пояса, и, частично – низкогорный. В этой связи можно констатировать, что около 40 % рассматриваемой территории можно отнести к категории среднерасчлененной.

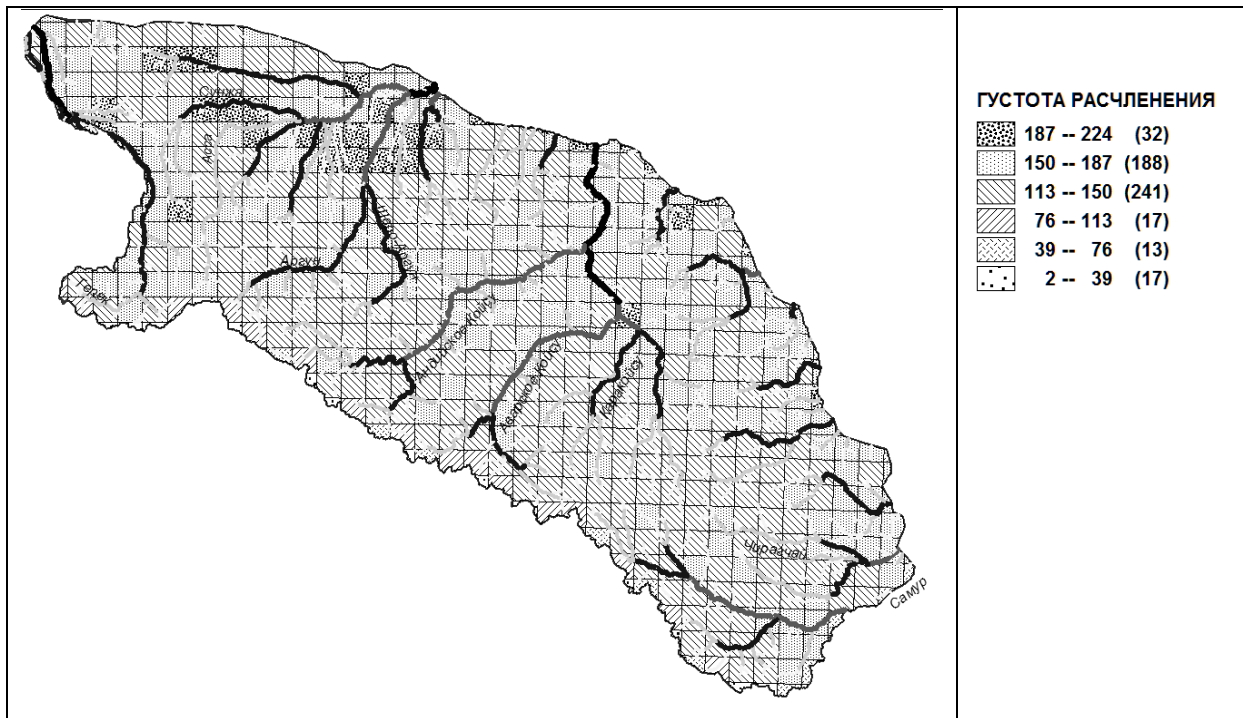


Рис. 2. Пространственное распределение густоты эрозионного расчленения Северо-Восточного Кавказа (длина водотоков в км на 100 км<sup>2</sup>; для водотоков, начиная с 3-го порядка)

К категории сильнорасчлененной относятся территории, где количество эрозионных форм рельефа составляет 150–187 км/100 км<sup>2</sup> (188 квадратов). В отличие от предыдущей категории, участки с такой величиной расчленения тяготеют к среднегорному и низкогорному высотным ярусам, а в высокогорьях представлены мозаично (например, в верховьях Терека). Сильно расчленено среднее и нижнее течение Сулака и Самура.

Наконец, в пределах Северо-Восточного Кавказа максимальная величина расчленения составляет 187–224 км/100 км<sup>2</sup>. Некоторый парадокс заключается в том, что наибольшая площадь таких участков относится к низкогорьям и предгорьям на территории Чечни: слияние рр. Асса и Сунжа, нижняя часть бассейна р. Аргун. Единичные участки максимального расчленения отмечаются в верховьях р. Сунжа, в районе слияния Аварского Койсу с Каракойсу, а также при переходе от предгорий к равнинной части.

Большой интерес для отдельных видов рекреации (например, для пешеходного туризма) представляет сочетание участков с различным расчленением. На представленной карте хорошо заметно, что практически вся территория Северо-Восточного Кавказа характеризуется высокой мозаичностью рельефа и разной величиной его расчленения, что позволяет организовывать здесь не только традиционные пешие походы, но и сравнительно новые для нашей страны маршруты для велотуристов, в том числе и для любителей горного велотуризма.

Предложенная методика оценки эрозионного расчленения на основе цифровой модели рельефа может быть применена также и для локальных условий, так как в настоящее время для коммерческого использования доступны данные дистанционного зондирования высокого и сверхвысокого разрешения (до 40 см на местности). Кроме анализа эрозионного расчленения с использованием ГИС-технологий возможна также оценка таких характеристик рельефа, как экспозиция и крутизна склонов, что позволяет осуществлять планирование и проектирование объектов рекреационной инфраструктуры.

### Примечания

1. Абдулаев К.А. Атаев З.В. Братков В.В. Современные ландшафты Горного Дагестана. Махачкала: ДГПУ, 2011. 116 с.

2. Анисимов В.И. Морфометрический анализ рельефа. Сочи, 1999. 321 с.
3. Атаев З.В. Ландшафтный анализ низкогорно-предгорной полосы Северо-Восточного Кавказа // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2008. № 1. С. 59-67.
4. Бероев Б.М. К проблеме рационального использования горных территорий // Известия Вузов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2000. №2. С.106-120.
5. Братков В.В., Идрисова Р.А., Алсабекова А.А. Ландшафтное разнообразие Чеченской Республики // Известия высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2009, №1(18).
6. Братков В.В., Салпагаров Д.С. Ландшафты Северо-Западного и Северо-Восточного Кавказа // Труды Тебердинского государственного биосферного заповедника. Выпуск 25. Москва-Ставрополь: Илекса-Сервисшкола, 2001. 256 с.
7. Будовская М.А. Рекреационно-климатические условия Восточного Приазовья и его районирование в лечебно-оздоровительных целях. Краснодар, 1975. 120 с.
8. Веденин Ю.А., Мирошниченко Н.Н. Оценка природных условий для организации отдыха // Известия АН СССР. Серия географическая. №4, 1969. С.155-170.
9. Погорелов А.В., Думит Ж.А. Рельеф бассейна р. Кубани: морфологический анализ. М.: Геос, 2009. 206 с.
10. Преображенский В.С., Зорин И.В. Северо-Кавказский район // География рекреационных систем СССР. М.: Наука, 1980. С.76-80.
11. Спиридонов А.И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М., 1970.

УДК 911.52

### **Оценка эрозионного расчленения рельефа Северо-Восточного Кавказа для рекреационного освоения территории**

<sup>1</sup> Виталий Викторович Братков

<sup>2</sup> Загир Вагитович Атаев

<sup>1</sup> Московский государственный университет геодезии и картографии, Россия  
105064, Москва, Гороховский переулок, 4  
Доктор географических наук, профессор  
E-mail: vbratkov@mail.ru

<sup>2</sup> Дагестанский государственный педагогический университет, Россия  
367003, Махачкала, улица Ярагского, 57  
Кандидат географических наук, профессор  
E-mail: zagir05@mail.ru

**Аннотация.** Для оценки эрозионного расчленения рельефа территории Северо-Восточного Кавказа была использована цифровая модель рельефа (ЦМР), на основе которой с использованием ГИС-технологий составлена карта порядков эрозионных форм и густоты эрозионного расчленения рельефа. Анализ этих параметров позволил оценить потенциал рельефа изучаемой территории для таких видов туристско-рекреационной деятельности, как пешеходный и велотуризм.

**Ключевые слова:** рекреация; морфометрический анализ рельефа; эрозионное расчленение рельефа; порядок водотоков; эрозионные формы рельефа; ГИС-технологии.