

УДК 551.435.24 (477.75)

## О ФОРМИРОВАНИИ ОСТАНЦОВО-РУИННОГО РЕЛЬЕФА НА СЕВЕРО-ЗАПАДНОМ СКЛОНЕ МАССИВА ДЕМЕРДЖИ (КРЫМ)

*Блага Н. Н.<sup>1</sup>, Погомий М. А.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В. И. Вернадского», Симферополь,  
Российская Федерация  
E-mail: <sup>1</sup>sasha\_w@list.ru*

Статья посвящена живописным останцовым микроформам, которые находятся на северо-западном склоне горного массива Демерджи и известны как «Перья» Хапхала. Рассмотрена роль отдельных рельефообразующих факторов в происхождении данных природных образований. Крутое залегание слоев разной прочности явилось предпосылкой «глубокой» препарировки прочных структур и формирования руинного рельефа. Степень противоденудационной устойчивости и различия в мощности слоев однотипных пород, крутизна склона, густая сеть разрывных нарушений повлияли на форму, размеры и морфологическое разнообразие фигур скального «города».

**Ключевые слова:** каменная гряда, морфогенез, останец, руинный рельеф, селективная денудация, тектоническая трещина.

### ВВЕДЕНИЕ

В одном из труднодоступных уголков Горного Крыма находятся необычные природные образования в виде разбитых трещинами каменных стен, пиков, зубцов и т.д., известных в туристской среде как «Перья» Хапхала. В научной литературе такой скально-останцовый рельеф причудливых очертаний называется руинным. Массовые разнообразные по форме и наиболее зрелищные скопления останцов многие исследователи образно именуют «скальными городами».

Классическим стал открытый В. А. Обручевым в 1906 году в Джунгарии «эоловый город», представляющий собой сочетание песчаниковых фигур, напоминающих древние развалины: стены, башни, улицы. Яркими примерами являются также колонны и башни Чжанцзяцзе в Китае, Ленские столбы, Долина Монументов в США, конические формы Каппадокии, песчаниковые скальные города в Чехии и Германии, конгломератовые «юрты и замки» Таджикистана, величественные греческие Метеоры и другие.

В Крымских горах широко известны и наиболее изучены останцы Долины Привидений и горного массива Карадаг. По морфологической выраженности, масштабности, обилию форм, пейзажному своеобразию им не уступают и каменные истуканы Хапхала. Через них пролегают популярные горные туристские маршруты. Исследование скальных Перьев имеет не только краеведческо-рекреационное значение, но и может дополнить представления о генезисе руинного рельефа. *Целью работы* служило выяснение роли отдельных рельефообразующих факторов в происхождении рассматриваемых природных образований.

## ИЗЛОЖЕНИЕ ОСНОВНОГО МАТЕРИАЛА

Особенности морфогенеза руинного рельефа рассмотрены в целом ряде работ. Одним из первых подробно рассмотрел данный аспект А. О. Розенцвит [2] при исследовании известных батомайских каменных столбов на р. Лена. Автор обращает внимание, что в формировании столбов одним из главных факторов, предопределивших направление и ход процессов выветривания и денудации, явились вертикальные и субвертикальные тектонические трещины. Преимущественное разрушение и размыв пород по разрывам выделили сначала каменные гряды, а затем и столбы.

Согласно К. Оллиеру [3] и Е. Аккерману, скальные останцы возникают при крутой ориентировке полосчатой структуры или трещин в породах, трещин сланцеватости или слоистости. К ним относятся «кающиеся скалы», «скалы-монахи» или буззерштейны.

Ю. Г. Симонов [4] отмечает, что морфологические особенности останцового рельефа нередко гетерогенны и гетерохронны. Заметную роль в их формировании играют трещины в горных породах, предопределяющие «местозарождение» граней и линий.

Прослеживая эволюционный ряд конических останцов Каппадокии, Г. Ф. Уфимцев [5] отмечает их предопределенность вертикальными трещинами отдельности в риолитовых туфах. В дальнейшем трещины раскрываются густой сетью склоновых промоин, формирующих скальный бедленд с останцами.

О вертикальных трещинах как главном рельефообразующем факторе указывают также В. Е. Батурин [8] в исследовании по генезису руинного (останцового) рельефа и С. Хабера [9], изучавший песчаниковые «скальные города» в Чехии. Отмечается, что разрывные нарушения активно расширяются водной эрозией.

Живописные останцовые микроформы, рассматриваемые в данной работе, находятся на северо-западном склоне горного массива Демерджи. Он выделен в рельефе той частью долины реки Улу-Узень Восточный, которую ещё называют Хапхальским ущельем.

Верхнеюрские породы, которыми сложен рассматриваемый участок массива Демерджи, представлены слоями известняков разной мощности, которые переслаиваются с песчанистыми отложениями. Мощность наиболее массивных известняков достигает нескольких метров. На поверхности яйлы они образуют невысокие гребни с хорошо заметным структурно-денудационным срезом, а при переходе на крутые склоны массива — контрастные стенообразные останцы.

Мощность песчаников обычно не превышает нескольких десятков сантиметров. В наиболее крупных слоях они сочетаются с конгломерато-песчаниками. При тонкоритмичном переслаивании известняков и песчаников их мощность составляет 2–3 см. В рельефе яйлы данной толще соответствуют водосборные понижения, переходящие на склонах в своеобразные каменные кулуары.

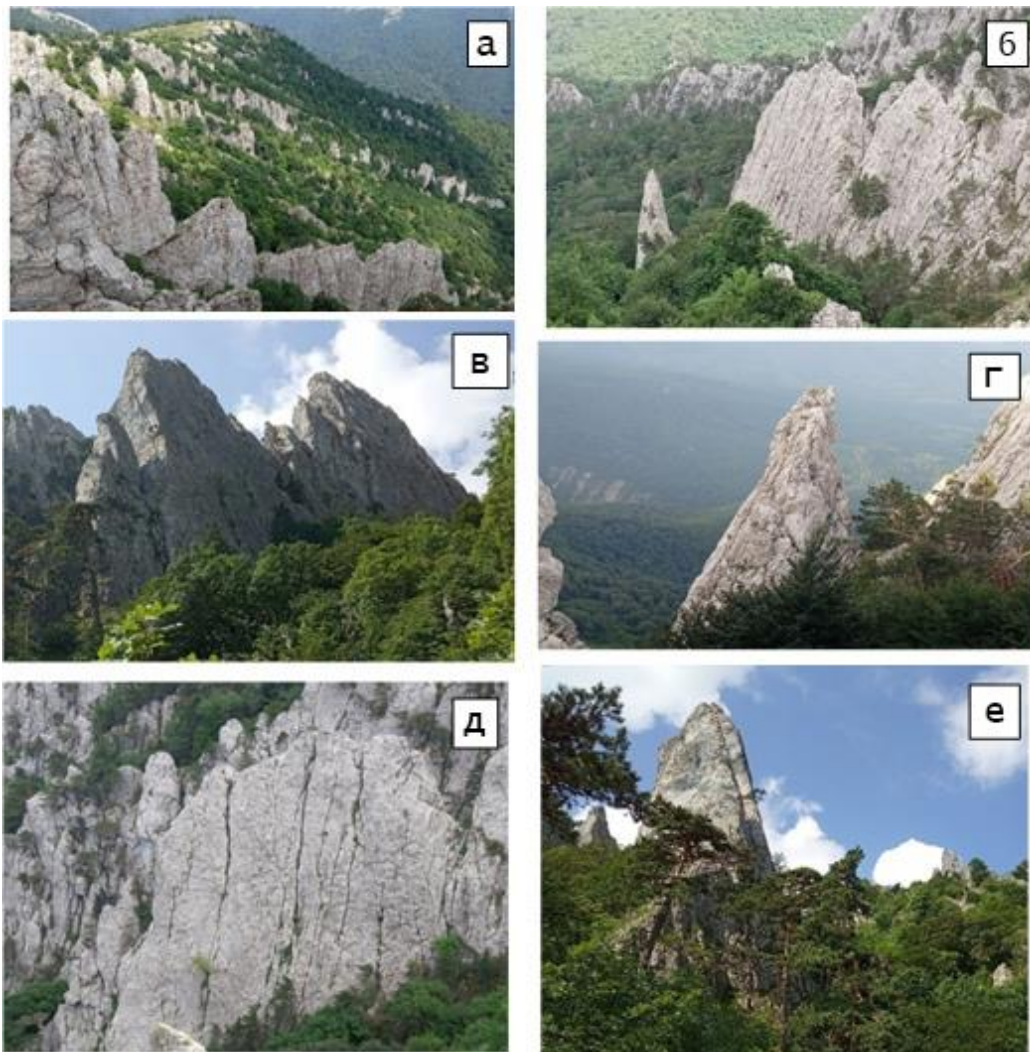


Рис.1. Останцово-руинный рельеф — «Перья» Хапхала:

а — общий вид склона Хапхальского ущелья; б — участок глубокой препарировки крутонаклонных слоев известняков; в — зубчатые наклонные каменные стены; г — асимметричность останцовых форм; д — вертикальные поперечные трещины; е — продольные трещины.

Слои горных пород падают на северо-запад под углом  $55-65^{\circ}$  и разбиты сетью продольных и поперечных тектонических трещин. Поперечные разрывы образуют два ряда — вертикальные и средненаклонные. Продольные трещины крутые, выражены по напластованию и являются наиболее густыми. Они прослеживаются непрерывно, независимо от рельефа и разбивают слои на плитообразные отдельные.

Все разрывные нарушения уходят на глубину ниже подошвы форм рельефа. Азимуты их простирания и углы наклона укладываются в относительно узкие пределы. Большинство трещин тонкооткрытые по простиранию и падению и вне зависимости от экзодинамических условий. Их стенки ровные плоские, местами со следами скольжения.

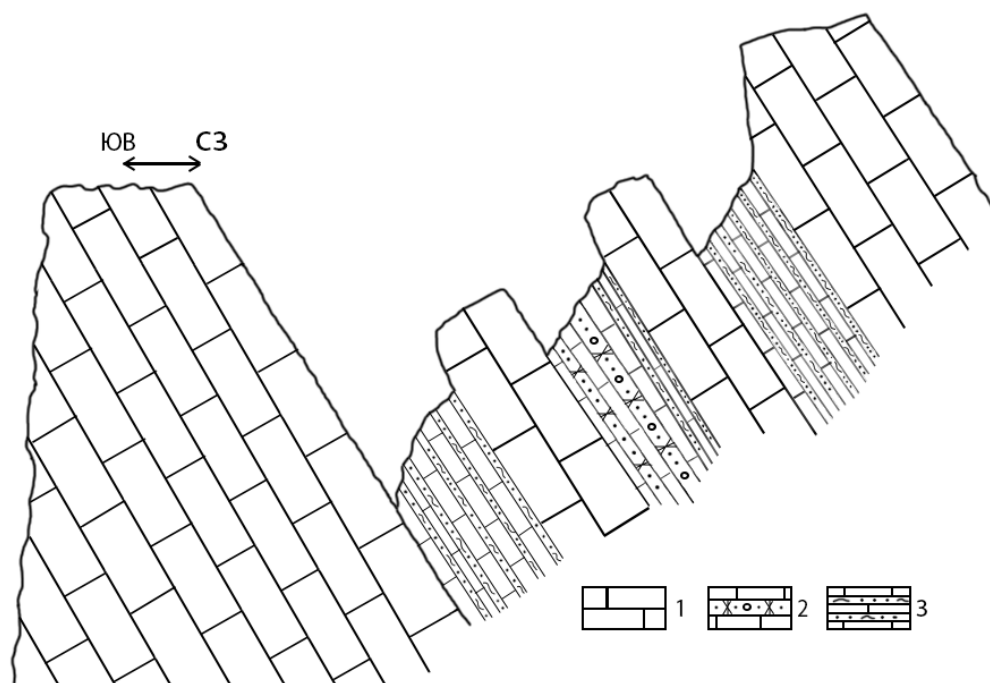


Рис. 2. Схематичный поперечный разрез верховья одного из кулуаров на правом склоне Хапхальского ущелья в пределах массива Демерджи (составлено авторами):

1 — известняки; 2 — переслаивание известняков и песчаников или конгломерато-песчаников; 3 — переслаивание известняков и песчано-глинистых прослоев.

Сходными показателями обладают и вертикальные поперечные разрывы. Они также образуют прямолинейные ряды и на яйле, и на склонах. Поперечные наклонные трещины проявляются менее ярко.

Структурно-литологический фактор предопределил формирование в прирвовочной части яйлы асимметричных гребней и разделяющих их водосборных понижений. Селективная денудация выделила в рельефе головы прочных слоев, но глубина их препарировки в условиях малой крутизны поверхности незначительная. Из разрывных нарушений более раскрыты поперечные из-за контрастности уклонов при переходе от скальных гребней к воронкам. В ряде случаев зияющие трещины выделили в скальных уступах короткие стенообразные формы.

На крутых склонах массива Демерджи со стороны Хапхальского «ущелья» также первоначально выделились небольшие гребни и пологие ложбины стока. В верховьях некоторых современных зрелых форм наглядно проявляются начальные стадии данного процесса и хорошо видно, что вся толща между наиболее крупными слоями известняков разрушается и снижается быстрее.

Дальнейшее развитие определили экзодинамические условия с крутизной склонов, превышающей угол естественного откоса. При активной препарировке слоев гребни перерастают в стенообразные останцы, а понижения — в кулуары. Камнепады и осыпи со стенок останцов заполнили днища кулуаров мелкоглыбовыми отложениями.

В поперечном разрезе останцы имеют асимметричную форму. Их северо-западные стенки более пологие с углами наклона  $55-65^{\circ}$ . Они соответствуют кровле слоев или плоскостям трещин, разделивших слои по напластованию. Данные структурные поверхности сравнительно ровные «гранные», поскольку их отступление контролируется разрывными нарушениями. Юго-восточные стенки останцов срезают структурные элементы и являются обрывистыми. Сочетание наклонных и отвесных граней придает микроформам островершинность.

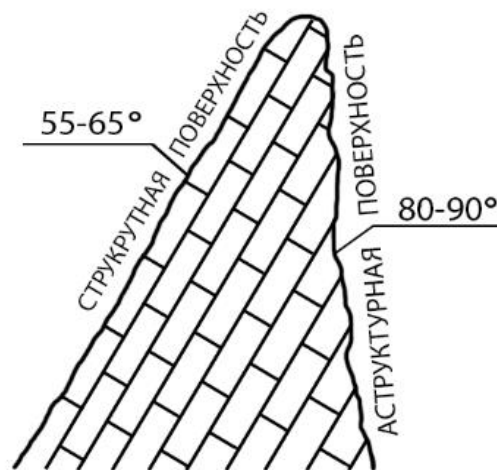


Рис. 3. Асимметрия структурно-денудационных останцов на правом склоне Хапхальского ущелья в пределах массива Демерджи (составлено авторами).

Каменные стены разделены поперечными трещинами на отдельные блочки. За длительное время образования останцов разрывные нарушения раскрылись очень слабо. Причем стены обнажались постепенно, а степень экзогенного расширения плоскостей разрывов по вертикали существенно не отличается. Обособлена, чаще всего, лишь верхняя часть блочков, поэтому характерен микрорельеф зубчатых стен, а не столбов.

Контрастность рельефа в целом высокая, но неравномерная. Глубина кулуаров между вскрытыми массивными слоями на одних участках составляет 3–5 м (низкие стены), на других — превышает 10 м (высокие стены). Это может быть связано с

трещиноватостью, резко отличающейся прочностью пород, разной крутизной склона или их совместным действием.

Трещины, ориентированные по направлению склона вдоль кулуаров, ускоряют выработку податливой толщи. Роль данного фактора возрастает на склонах с активной денудацией продуктов разрушения горных пород. В данном же случае днища кулуаров полностью покрыты шлейфом камнепадов и осыпей.

Что касается литологического фактора, то в поперечном разрезе склона выражены податливые толщи, состоящие из одних и тех же компонентов. Наименее прочными из них являются песчаники, которые при прочих равных условиях определяют глубину вертикального расчленения. На рис. показано, что узкий и глубокий ров между известняками возник в крутозалегающем слое песчаников и конгломерато-песчаников.



Рис. 4. Образование скального рва по слою песчаника и конгломерато-песчаника.

Роль геоморфологического фактора прослеживается при сопоставлении уклонов продольного профиля кулуаров и рвов. При значениях крутизны  $25-30^{\circ}$  их глубина составляет 3–5 м, а при более  $35^{\circ}$  увеличивается в несколько раз до 10 м и более. Основная причина заключается в разности геодинамических обстановок.

На средненаклонных поверхностях кулуаров преобладают процессы массового медленного смещения чехла обломков и струйчатый смыв мелкозема. Крутонаклонные формы развиваются в условиях превышения угла естественного откоса, поэтому скорость экзогенных процессов существенно возрастает. Начинают проявляться процессы с более высоким уровнем динамики. В частности, падающие с каменных стен мелкие глыбы уже не аккумулируются сразу в днище, а скатываются ещё на некоторое расстояние вниз по тальвегу. Кроме того, при ударе некоторые обломки залегающего коллювия подвергаются соскальзыванию.

Подобные различия связаны с локальным увеличением крутизны склона массива Демерджи. И в данном отношении важнейшее значение имеют противоденудационные свойства горных пород, но определяющим является не податливый компонент, а прочные известняки. «Высокие стены» возникли на участке возрастания мощности слоев известняков и густоты их повторяемости. Подобная зависимость ярко проявляется и в нижней части склонов Хапхальского «ущелья». Почти на всем его протяжении переслаивание конгломератов, песчаников и известняков предопределяет формирование V-образного поперечного профиля с крутизной склонов  $26-32^{\circ}$ . Как только известняки становятся преобладающими и приобретают роль доминирующего рельефообразующего фактора, преобразуется и морфологический тип долины. Преобладающие уклоны достигают и превышают показатель в  $35^{\circ}$  и покрытые отложениями склоны средней крутизны переходят в обнаженные скальные поверхности динамичного осыпного сноса.

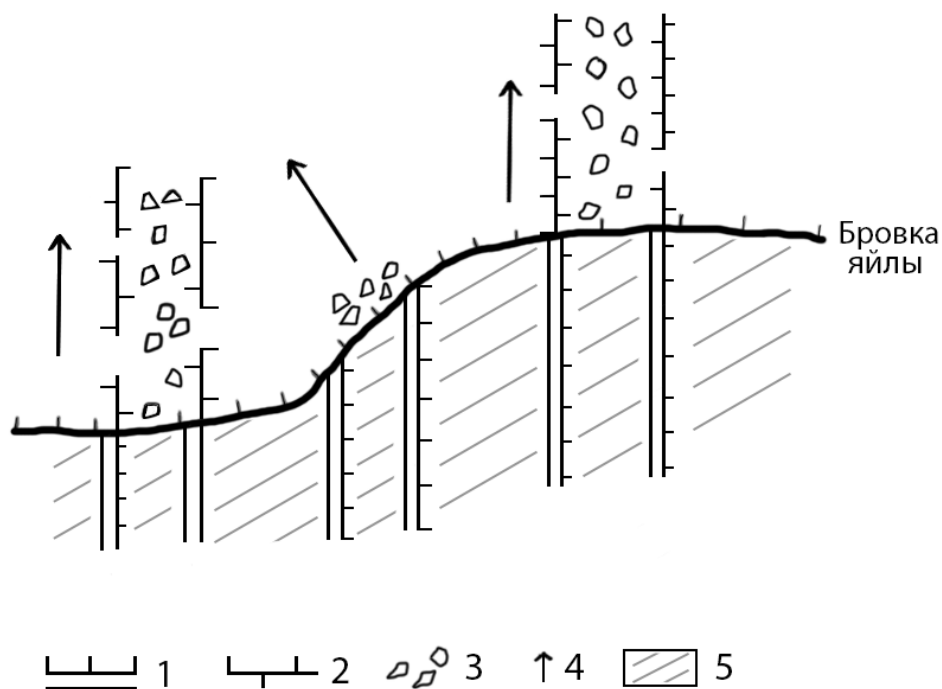


Рис. 5. Простирание слоев горных пород по направлению склона — как одно из условий формирования стенообразных останков (составлено авторами):

1 — невысокие асимметричные структурно-денудационные гребни на участках выходов голов наиболее массивных слоев известняков; 2 — структурно-денудационные стенообразные останцы; 3 — гравитационные скопления глыб в кулуарах; 4 — направление склона; 5 — элювиально-делювиальные отложения на поверхности яйлы.

Следует также отметить, что на участке «высоких стен» рельеф был еще на ранних этапах трансформирован верховьями одного из правых притоков р. Улу-Узень Восточный. Вырабатывая водосборные понижения, они расчленили поверхность, что закономерно привело к увеличению крутизны склона.

Останцовый структурно-денудационный микрорельеф прерывается при изменении северо-восточной экспозиции склона массива Демерджи на северную и вновь появляется при ее обратной смене. Когда прочные слоистые структуры простираются вдоль склона, то препарируются и служат своеобразными водоразделами. При диагональном или поперечном простирании они большей частью срезаются склоновыми процессами.

### **ВЫВОДЫ**

Зубчатые каменные стены Хапхала отличаются зрелищностью и неповторимостью. Их своеобразие заключается в необычном морфологическом облике и яркой выраженности. Подобные природные феномены возникают, чаще всего, при редком сочетании геолого-геоморфологических факторов.

При пологом и средненаклонном залегании пород разной прочности возникают, в зависимости от условий рельефа пологие асимметричные гребни и разделяющие их понижения, ступенчатые склоны со структурно-денудационными уступами и т.д. Крутое залегание слоев является предпосылкой «глубокой» препарировки прочных структур и формирования останцовых микроформ. Но для этого необходимы динамичные склоны.

На правом борту Хапхальского «ущелья» в пределах массива Демерджи сложились все перечисленные факторы для возникновения руинного рельефа. Степень противоденудационной устойчивости и различия в мощности слоев однотипных пород, крутизна склона, густая сеть разрывных нарушений повлияли на форму, размеры и морфологическое разнообразие фигур скального «города». Высокая прочность известняков замедляет экзогенное раскрытие поперечных тектонических трещин, что способствует устойчивости каменных стен от их разделения на столбы.

Поперечные разрывы придали стенам зубчатость, а продольные — асимметрию, резкие очертания, ровные грани и острровершинность зубцов. Уклоны поверхности выше и ниже угла естественного откоса определили неодинаковую скорость выработки податливых толщ и, как следствие, образование высоких и низких каменных стен. С вдольсклоновым простиранием слоистых структур связано водораздельное, а не барьерное положение стенообразных останцов по отношению к экзогенным процессам. Тем самым, они не срезаются, а сохраняются в рельефе.

### **Список литературы**

1. Мурзин Ю. А. Кигиляхи Якутии // Природа. 2004. №5. С. 54–57.
2. Розенцвит А. О. Батомайские каменные «столбы» на р. Лене // Известия Всесоюзного географического общества. 1948. №1. С. 85–91.
3. Оллиер К. Выветривание. М.: Недра, 1987. 348с.



4. Симонов Ю. Г. Геоморфология. Методология фундаментальных исследований. СПб: Питер, 2005. 427 с.
5. Клюкин А. А. О возрасте сейсмодислокаций Горного Крыма // Физическая география и геоморфология. К.: Лыбидь. Вып. 38. С. 160–169.
6. Лебединский В. И., Кириченко Л. П. Крым — музей под открытым небом. Симферополь: Сонат, 2002. 184 с.
7. Лебединский В. И. С геологическим молотком по Крыму. Изд. 3-е. М.: Недра, 1982. 159 с.
8. Батурич В. Е. Тайны руинного рельефа // Природа. 1965. №7. С. 72–74.
9. Хабера С. Песчаниковые «скальные города» в Чехии // Природа. 1957. №7. С. 90–93.
10. Уфимцев Г. Ф. Каменные столбы Каппадокии // Природа. 2003. №2. С. 41–44.

**ON THE FORMATION OF THE REST-RUIN RELIEF ON THE  
NORTHWESTERN SLOPE OF THE MASSIVE DEMERDZHI (CRIMEA)**

*Blaga N. N.<sup>1</sup>, Pogomiy M. A.<sup>2</sup>*

*<sup>1,2</sup>V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Russian Federation  
E-mail: sasha\_w@list.ru*

In one of the hard-to-reach corners of the Mountainous Crimea there are unusual natural formations in the form of stone walls broken by cracks, peaks, teeth, etc., known in the tourist environment as the «Feathers» of Haphal. In the scientific literature, such a rocky-remnant relief of bizarre outlines is called routine. Many researchers figuratively call the massive clusters of remnants, diverse in shape and the most spectacular, «rock cities».

The article is devoted to the picturesque remnant microforms, which are located on the northwestern slope of the Demerdzhi mountain range and are known as the «Feathers» of Haphal. The role of individual relief-forming factors in the origin of these natural formations is considered. The steep occurrence of layers of different strength was a prerequisite for the "deep" preparation of strong structures and the formation of ruin relief. The degree of anti-impact stability and differences in the thickness of layers of the same type of rocks, the steepness of the slope, a dense network of discontinuous faults affected the shape, size and morphological diversity of the figures of the rocky «city».

With gentle and medium-slope occurrence of rocks of different strength, depending on the relief conditions, gentle asymmetric ridges and depressions separating them, stepped slopes with structural-denudation ledges, etc. Steep layers are a prerequisite for «deep» preparation of strong structures and the formation of residual microforms. But this requires dynamic slopes. The jagged stone walls of Haphal are spectacular and unique. Their uniqueness lies in their unusual morphological appearance and vivid expression. Such natural phenomena occur, most often, with a rare combination of geological and geomorphological factors.

**Keywords:** stone ridge, morphogenesis, outlier, ruin relief, selective denudation, tectonic crack.

**Reference**

1. Murzin YU. A. Kigilyahi YAkutii // Priroda. 2004. №5. pp. 54–57. (in Russian)
2. Rozencvit A. O. Batomajskie kamennye «stolby» na r. Lene // Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva. 1948. №1. pp. 85–91. (in Russian)

3. Ollier K. Vyvetrivanie. M.: Nedra, 1987. 348 p. (in Russian)
4. Simonov YU. G. Geomorfologiya. Metodologiya fundamental'nyh issledovanij. SPb: Piter, 2005. 427 p. (in Russian)
5. Klyukin A. A. O vozraste sejsmodislokacij Gornogo Kryma // Fizicheskaya geografiya i geomorfologiya. K.: Lybid'. Vyp. 38. pp. 160–169. (in Russian)
6. Lebedinskij V. I., Kirichenko L. P. Krym — muzej pod otkryтым небом. Simferopol': Sonat, 2002. 184 p. (in Russian)
7. Lebedinskij V. I. S geologicheskim molotkom po Krymu. Izd. 3-e. M.: Nedra, 1982. 159 p. (in Russian)
8. Baturin V. E. Tajny ruinnogo rel'efa // Priroda. 1965. №7. pp. 72–74. (in Russian)
9. Habera S. Peschanikovye «skal'nye goroda» v SHekhii // Priroda. 1957. №7. pp. 90–93. (in Russian)
10. Ufimcev G. F. Kamennye stolby Kappadokii // Priroda. 2003. №2. p. 41–44. (in Russian)

*Поступила в редакцию 20.07.2021 г.*