

**О ВЗАИМОСВЯЗИ МОРФОМЕТРИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК  
СКЛОНОВ ЮГО-ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ БОЛЬШОГО КAVKAZA****М.М.МЕХБАЛИЕВ***Бакинский Государственный Университет*

*Объект исследования имеет площадь 2787,16 кв.км. Здесь имеется 572 склона. На основе топографической карты масштаба 1:100000 для каждого склона определены девять морфометрических показателей (максимальная, минимальная и средняя высота, средние углы наклона, средняя длина, глубина и густота расчленения, показатель неравности экстремальных высот склонов и экспозиция). Для исследования взаимосвязи использован графический способ. Анализ взаимосвязи 5148 морфометрических характеристик 572 склонов на основе 156 графиков показывает, что на исследуемой территории прямая связь между крутизной, длиной, относительной, экстремальной и средней высоты наблюдается почти повсюду. Они относительно слабую и сложную связь имеют с густотой горизонтального расчленения рельефа.*

В состав исследуемой территории входят бассейны рр. Ахсу ( $S = 387,64$  кв.км.), Пирсагат ( $S=1529,44$  кв.км.), Козлучай ( $S=493,28$  кв.км.), Чикильчай ( $S=257,36$  кв.км.) и Джейранкечмаз ( $S=119,44$  кв.км.), где имеются 572 склона с общей площадью 2787,16 кв.км. Для каждого склона определены девять морфометрических показателей и их экстремальные значения. Таким образом, исследованы взаимосвязи 5148 морфометрических показателей. Картографическими источниками послужили топографические карты масштаба 1:100000.

Морфометрические показатели горного рельефа нецелесообразно определять по элементарному квадрату, потому что наложение сетки квадратов на исследуемой территории производится произвольно, то есть без учета особенностей рельефа, в результате чего квадраты пересекают орографические элементы (водоразделы, тальвег, бровки рельефа и т.д.) в разных направлениях в разном количестве, что в свою очередь приводит к погрешностям. Горный рельеф можно рассматривать как совокупность склонов. Поэтому нами морфометрические характеристики определены в пределах склонов.

Целью работы является анализ взаимосвязи морфометрических характеристик склонов на основе массовых морфометрических данных.

Детальное морфометрическое исследование (под которым понимает-

ся комплекс картометрических и морфометрических приемов и методов, направленных на детальный сопряженный анализ научно-теоретического и практического характера) склонов такой обширной территории обусловлено следующими причинами:

- 1) Получить массовую морфометрическую информацию о склонах.
- 2) Иметь возможность проследить взаимосвязи морфометрических характеристик с возможностями их сопоставления и сравнения.

Такое исследование может значительно расширить возможности познания некоторых природных закономерностей. Выявление такой взаимосвязи может быть обеспечено при наличии большого ряда наблюдений, потому что связь между морфометрическими характеристиками обычно неоднозначна, она носит корреляционный, а не функциональный характер. Например, каждому значению определенного показателя может соответствовать ряд значений связанного с ним явления. Так, участкам с одинаковыми углами наклона поверхности могут соответствовать различные значения густоты горизонтального расчленения рельефа. А она зависит: от площади водосбора, характера растительного покрова, генезиса и типа почв, их инфильтрационных свойств, литология пород, атмосферных осадков и т.д.

Важны не только отдельные морфометрические показатели склонов: крутизна, высота, длина, экспозиция, расчленение и др., важно выявить связь их между собой в определенных геоморфологических и геологических условиях, т.к. связь морфометрических показателей склонов имеет определенный генетический смысл.

Для достижения поставленной цели для каждого склона определены площадь (S), экспозиция (Э), крутизна, т.е. средние углы наклона ( $\alpha$ ), средняя длина ( $l_{cp}$ ), густота (K) и глубина ( $\Delta H$ ) расчленения, средняя высота ( $H_{cp}$ ), экстремальные высоты (максимальная,  $H_{max}$ ; минимальная,  $H_{min}$ ) и показатель неравности экстремальных высот склонов ( $K_n$ ).

Подсчитано количество (N), измерена площадь (S), вычислены густота (K), процентное значение и т.д. склонов. Составлены необходимые таблицы, построены графики, гистограммы и роза-диаграммы.

В пределах склона глубина расчленения вычисляется как разность максимальных и минимальных высот. Нами предлагается новый морфометрический показатель склона – **показатель неравности экстремальных высот** склонов, т.е. максимальных высот насколько больше, от минимальных высот. Он вычисляется по формуле:  $K_n = H_{max} / H_{min}$ ; где  $H_{max}$  – максимальная высота в пределах склона,  $H_{min}$  – минимальная высота в пределах склона,  $K_n$  – показатель неравности экстремальных высот склонов. На наш взгляд, показатель неравности экстремальных высот склонов является аналогом показателя глубины расчленения.

Как известно, природа состоит из множества сложных систем, характеризующихся закономерными связями и взаимозависимостью. Эти элементы не изолированы, не оторваны друг от друга, представляя собой единое целое. Поэтому исследование морфометрических характеристик

рельефа требует системного подхода, который является необходимым инструментом при решении задач любого уровня. Системный подход позволяет подойти к рельефу как к целостному, сложноорганизованному динамическому объекту и дает возможность глубже понять его.

При изучении взаимосвязи по картам применяются в основном следующие технические приемы: описание взаимосвязи, визуальный анализ серий карт, построение совмещенных профилей по картам разной тематики, совмещение контуров, сравнение морфометрических и статистических показателей, вычисление коэффициентов корреляции, построение графиков и т.д.

Исследованиями установлено, что взаимосвязи морфометрических показателей носят в основном корреляционный характер, функциональная зависимость наблюдается крайне редко.

Для определения корреляционных связей существуют графический и аналитический способы. Графический способ нагляден и прост, но неточен и субъективен. Аналитический способ лишен этих недостатков, но он требует трудоемкие расчеты.

О тесноте связи на изолинейных картах можно судить по углу сечения изолиний. Там, где изолинии двух признаков примерно параллельны друг к другу, связь тесная и, наоборот, там, где изолинии пересекаются под большим углом, связь слабая. Нами изолинейный способ не применен, морфометрические показатели определены в пределах склона, карты составлены способом картограммы. Для исследования взаимосвязи нами использован графический способ. Сущность графического способа заключается в том, что строится график между этими показателями и визуально анализируется расположение точек корреляционного поля.

По конфигурации поля можно сразу судить о форме и тесноте связи. Если точки дают большой разброс, располагаются бессистемно, то это означает, что связь между явлениями отсутствует, но если поле корреляции вытягивается в виде узкой полосы, значит связь существует, и чем уже эта полоса, тем связь сильнее (1). По нашему мнению, преимуществом графического способа является его наглядность. При помощи графика можно провести локальный анализ по расположению точек.

#### **Рассмотрим взаимосвязь морфометрических характеристик склонов в отдельности.**

1. Углы наклона являются одной из основных морфометрических характеристик склонов. В целях выявления взаимосвязи углов наклона с остальными (экстремальная и средняя высота, средняя длина, густота и глубина расчленения, показатель неравности экстремальных высот) морфометрическими характеристиками нами построены графики взаимосвязи для всех речных бассейнов в отдельности в количестве 32. Графики взаимосвязи средних углов наклона и экстремальных высот очень похожи друг на друга. Связь между этими показателями тесная. Связь между средними значениями углов наклона и глубины расчленения более тесная, чем меж-

ду средними величинами углов наклона и экстремальных высот. Несмотря на то, что увеличение углов наклона в целом соответствует высоте местности, но величина их непосредственно зависит от амплитуды высот, т.е., чем больше амплитуды высот, тем больше уклон и глубина расчленения. Углы наклона, как и глубина расчленения, аazonальны и находятся в прямой зависимости от изменения рельефа в количественных показателях.

Средние углы наклона по сравнению с высотными характеристиками склонов имеют намного слабее связь с густотой горизонтального расчленения и длиной склонов. Пологие склоны могут иметь различную длину. Одним величинам средних углов наклона могут соответствовать различные величины средней длины и густоты горизонтального расчленения рельефа. На слабо расчлененных территориях (особенно, в южной части исследуемой территории) большим величинам средних длин и густоты горизонтального расчленения склонов соответствуют меньшие значения углов наклона, а местами, наоборот. В сильно расчлененных районах, особенно в высокогорьях и в приводораздельной зоне углы наклона значительны, а средняя длина и густота горизонтального расчленения, наоборот, точки расщелочены ближе к вертикальной оси ( $\alpha^0$ ).

В отличие от других морфометрических характеристик склонов на формирование густоты горизонтального расчленения рельефа (ГГРР) влияют многие факторы: уклон поверхности, литология пород, интенсивность и характер выпадения атмосферных осадков, высота местности, новейшие тектонические движения и др.

С увеличением высоты количество атмосферных осадков сначала увеличивается, а потом уменьшается. В низкогорьях средние углы наклона и ГГРР незначительны. Интенсивное расчленение характерно для склонов высокогорного и среднегорного поясов. В приводораздельной зоне связь слабая, местами отсутствует, углы наклона значительны, а густота ГРР, иногда даже равняется нулю. Здесь преобладают скальные и другие трудноразмываемые породы. С удалением от водораздела густота горизонтального расчленения закономерно возрастает. Указанная зависимость объясняется закономерным возрастанием объема и концентрации стока и интенсивности эрозии по мере удаления от водораздельной линии и приближения к подножьям гор, возвышенностей и тальвегам главных долин. Со снижением водораздела закономерность нередко нарушается. Снижение водоразделов зависит от состава горных пород, климата и тектоники. Чем сильнее снижение водоразделов, тем ближе к водораздельным линиям подходят верховья рек.

Таким образом, средние углы наклона склонов наиболее тесно связаны с высотной морфометрической характеристикой (т.к. для нее ведущим фактором является тектоника местности).

В целях выявления влияния экспозиции на взаимосвязи вышеуказанных морфометрических характеристик склонов построены графики взаимосвязи по северным и южным экспозициям в отдельности по всем

речным бассейнам в количестве 54, анализ которых показывает, что характер взаимосвязи по экспозициям существенно не отличается. Так как склоны очень близко расположены друг к другу, физико-географические условия их схожи. На обширных территориях со значительной контрастностью физико-географических и геолого-геоморфологических условий экспозиция может существенно влиять на взаимосвязи морфометрических характеристик.

Незначительное ГГРР склонов южной экспозиции объясняется тем, что они имеют меньшую крутизну по сравнению со склонами северной экспозиции.

2. По отдельным речным бассейнам исследованы взаимосвязи экстремальных высот. Даже визуальный анализ построенных пяти графиков для каждого бассейна в отдельности показывает, что они имеют наиболее тесную корреляционную связь, формулы которых имеют следующий вид:

$$\begin{array}{ll} H_{\max} = 1,54 H_{\min} & \text{Бассейна р. Пирсагат} \\ H_{\max} = 1,55 H_{\min} & \text{Бассейна р. Ахсу} \\ H_{\max} = 1,37 H_{\min} & \text{Бассейна р. Козлучай} \\ H_{\max} = 1,43 H_{\min} & \text{Бассейна р. Чикильчай} \\ H_{\max} = 1,38 H_{\min} & \text{Бассейна р. Джейранкечмаз} \end{array}$$

Соответствие начала прямой координатному началу вполне правильно, так как при нулевом значении максимальных высот минимальные высоты также равняются нулю. С увеличением максимальных высот увеличиваются и минимальные высоты.

Экстремальные высоты имеют тесную связь со средними высотами. Нами, при исследовании вышеуказанных высотных характеристик склонов, выявлена тесная взаимосвязь экстремальных и средних высот, предложены эмпирические формулы.

Взаимосвязи экстремальных высот с остальными морфометрическими характеристиками склонов исследованы на основе 60 графиков. Результаты анализа показывают, что они более тесно взаимосвязаны со средними высотами, чем с относительными высотами. Слабая связь имеется с длиной склонов и густотой горизонтального расчленения рельефа. Так, склоны со значительной величиной высот могут быть слабо расчлененными и короткими, или наоборот. Такая связь характерна для водораздельной зоны, где в результате активной тектонической деятельности склоны маленькие, короткие, слабо расчлененные (преобладают трудно-размываемые породы), а высота значительная. Имеются склоны с нулевыми значениями густоты горизонтального расчленения. В южной (аридной) части исследуемой территории (особенно, в бассейне р. Джейранкечмаз) местами наблюдается обратная картина.

3. Анализ 30 графиков показывает, что глубина расчленения и показатель неравности экстремальных высот имеет наиболее тесную, по сравнению с другими показателями, взаимосвязь с экстремальными и средними высотами. В бассейнах рр. Джейранкечмаз и Чикильчай глубина рас-

членения наряду с другими морфометрическими характеристиками тесно связана с длиной и густотой расчленения склонов. Климат бассейнов этих рек по сравнению с другими реками исследуемой территории более аридный, здесь хорошо развита овражно-балочная и долинная сеть, склоны сильно расчленены. С увеличением глубины расчленения в целом увеличиваются густота горизонтального расчленения и длина склонов, или наоборот.

4. Связь средней высоты с другими морфометрическими характеристиками склонов исследована на основе 30 графиков. Средняя высота в отличие от других морфометрических характеристик склонов имеет слабую связь с густотой горизонтального расчленения рельефа и длиной склонов, а местами связь отсутствует. Есть склоны, имеющие значительную величину средней высоты, которые характеризуются отсутствием расчлененности и незначительной величиной длины.

5. Густота горизонтального расчленения склонов формируется под влиянием очень многих факторов. Анализ 30 графиков взаимосвязи показывает, что с увеличением экстремальных, относительных, средних высот и углов наклона густота горизонтального расчленения в целом увеличивается. При любых условиях на него сильно влияют тектоническая активность, литология и трещиноватость пород. В аридных районах исследуемой территории густота горизонтального расчленения представлена в основном овражно-балочной и долинной сетью, а в средней части исследуемой территории речной системой. Характерно, что при любых величинах остальных морфометрических показателей густота горизонтального расчленения склонов иногда может равняться нулю. В южной части исследуемой территории (особенно, в бассейне рр. Джейранкечмаз и Чикильчай) местами значительные величины других морфометрических показателей соответствуют значительной величине густоты горизонтального расчленения, а в приводораздельной зоне, наоборот. Связь густоты горизонтального расчленения рельефа с длиной носит сложный характер. Она зависит в основном от местных физико-географических и геолого-геоморфологических условий. На сильно расчлененных территориях преобладают маленькие склоны с незначительной длиной, а на слабо расчлененных территориях, наоборот.

6. Связь длины склонов с другими морфометрическими характеристиками проанализирована на основе 30 графиков. Длина склонов тесно связана с углами наклона, глубиной и густотой горизонтального расчленения территории. На тектонически активных, сильно расчлененных территориях склоны маленькие, короткие и крутые. Склоны со значительными величинами максимальных, минимальных и средних высот могут быть короткими, или наоборот.

**Выполненная научно-исследовательская работа кроме научно-теоретических, имеет большое практическое значение при экологии и рациональное использование природных ресурсов.**

### **Выводы**

- 1) Анализ множества морфометрических данных (морфометрического комплекса) показал, что функциональная связь между морфометрическими характеристиками склонов отсутствует, преобладает корреляционная связь. Эти показатели носят весьма сложный характер, т.к. они формируются при взаимодействии экзогенных и эндогенных процессов.
- 2) Анализ взаимосвязи 9 морфометрических характеристик по 572 склонов на основе 156 графиков показывает, что в целом на исследуемой территории высотные характеристики (максимальные, минимальные, средние и относительные) имеют по сравнению с другими морфометрическими показателями наиболее тесную связь между собой и с углами наклона. Экспозиция склонов существенно не влияет на взаимосвязи морфометрических характеристик склонов. Взаимосвязи морфометрических характеристик нарушаются (местами они носят весьма сложный характер) в основном в приводораздельной зоне и южной аридной части исследуемой территории.
- 3) На исследуемой территории прямая связь между крутизной, длиной, относительных, экстремальных и средних высот наблюдается почти повсюду. Средние углы наклона склонов наиболее тесно связаны с высотными морфометрическими характеристиками, чем с остальными показателями. Наиболее тесные связи имеют экстремальные высоты.
- 4) Между средней крутизной и средней расчлененностью территории существует тесная связь, если не учитывать площадь, занятую скалами и осыпями, особенно в приводораздельной зоне.

### **ЛИТЕРАТУРА**

1. Берлянт А.М. Образ пространства: Карта и информация. Изд-во «Мысль», Москва, 1986.
2. Бабаев Р.А. Картографирование экспозиции склонов и вопросы природной среды. Вопр. физ.геогр. и охр. природы Азербайджана, Баку, 1989 (на азерб. языке).
3. Бабаев Р.А. Определение средних углов наклона по новой методике и составление карты. Мат. VI съезда ГО Азербайджанской ССР. Изд-во «Элм», Баку, 1990 (на азерб. языке).
4. Григорьев А.А. Краткая географическая энциклопедия. Изд-во «Советская Энциклопедия». Том 3. Москва, 1962.
5. Пириев Р.Х. Методы морфометрического анализа рельефа. (на примере территории Азербайджана). Изд-во «Элм», Баку, 1986.
6. Симонов Ю.Г. Региональный геоморфологический анализ. Изд-во МГУ, Москва, 1971.
7. Хортон Р.Е. Эрозионное развитие рек и водосборных бассейнов. М., Иностранная литература. Москва. 1948.
8. Якименко Э.Л. Морфометрия рельефа и геология. Изд-во «Наука», Сиб. отделение, Новосибирск, 1990.

**BÖYÜK QAFQAZIN CƏNUB-ŞƏRQ HİSSƏSİNİN YAMAQLARININ  
MORFOMETRİK GÖSTƏRİCİLƏRİNİN QARŞILIQLI  
ƏLAQƏSİ HAQQINDA**

**M.M.MEHBALIYEV**

**XÜLASƏ**

Tədqiqat obyektinin sahəsi 2787,16 km<sup>2</sup>-dir. Burada 572 yamac vardır. Hər bir yamac üçün 1:100 000 miqyaslı topoqrafik xəritə əsasında doqquz morfometrik göstərici (maksimal, minimal və orta yüksəklik, orta meyl bucağı, orta uzunluq, parçalanma dərinliyi və üfüqi parçalanma, ekstremal yüksəkliklərin qeyri-bərabərliyi göstəricisi və baxarlıq) təyin olunmuşdur. 572 yamacın 5148 morfometrik göstəricisinin 156 qrafik əsasında təhlili göstərir ki, tədqiq olunan ərazidə yamaqların orta meylliyi, orta uzunluğu, nisbi, ekstremal və orta yüksəkliyi arasında düz əlaqə demək olar ki, hər yerdə müşahidə olunur. Bu göstəricilər relyefin üfüqi parçalanması ilə nisbətən zəif və mürəkkəb əlaqəyə malikdirlər.

**ON THE INTERRELATION OF MORPHOMETRIC INDECIES OF THE  
SLOPES OF SOUTH-EAST SIDE OF THE MAJOR CAUCASUS**

**M.M.MEHBALIYEV**

**SUMMARY**

The area of the territory studied is 2787,16 km<sup>2</sup>. There are 572 slopes there. Nine morphometric idicies (maximum, minimum, middle height, middle incline angle, middle length, depth of dismemberment and horizontal dismemberment, unequal coefficient of extremal heights and exposition) are determined for each slope on the basis of 1:100 000 scale topographic map. The analysis of 5148 morphometric idicies of 572 slopes carried out on the basis of 156 diagrams shows that the direct relation between the steepness, length, relative, extremal and middle height of the slopes of studied territory is observed almost in everywhere. These indecies have relatively weak and complicated relation with horizontal dismemberment of the relief.