

Исмайлова Л.А.

**Оценка рельефа с целью изучения ландшафтной дифференциации горных геосистем (территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай)**

Комплексное изучение современного состояния ландшафтов требует выявления главных особенностей основных ландшафтообразующих компонентов, которые определяют направление и тенденции развития этих геоконструктов. В статье рассматривается роль рельефа в изучении пространственной дифференциации современных ландшафтов горных геосистем. С целью изучения различных форм рельефа был проведен морфометрический анализ рельефа на исследуемой территории. В предложенной статье основная часть фактических данных получена в результате полевых исследований на территории Южного склона Большого Кавказа (территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай).

**Ключевые слова:** горный рельеф, расчленение рельефа, ландшафтная дифференциация, ГИС, морфометрический анализ.

Ismaylova L.A.

**Assessment of relief to study landscape differentiation of mountain geosystems (On example of territories between rivers Dashagilchay-Girdimanchay)**

In this paper the role of relief is considered in spatial differentiation of the modern landscape of mountain geosystems. In development and setting of the highland geosystems the relief plays a big and important role as a relative conservative component. For the purpose of investigation of the role of relief in formation and differentiation of highland geosystems' landscapes we conducted a morphometric analysis of relief and for the first time plotted several of morphometric maps using GIS methodology for the southern slope of the Greater Caucasus (for the territory between rivers Dashagilchay-Girdimanchay). As quantity for morphometric indicators we used the values of surface angles, expositions of slopes, vertical and horizontal breakage of relief.

**Key words:** highland relief, breakage of relief, landscape differentiation, GIS, morphometric analysis.

Исмайлова Л.А.

**Таулы геоэжүйелердің ландшафттық дифференциациясын зерттеу мақсатында жер бедерін бағалау (Дашагильчай-Гирдыманчай суайрығы аймағы мысалында)**

Ландшафттардың қазіргі таңдағы жағдайын кешендік бағалау зерттелініп жатқан аймақтың негізгі ландшафт қалыптастырушы құраушыларының ерекшеліктерін және сол зерттелініп отырған геокешендердің даму тенденциялары мен бағыттарын анықтауды қажет етеді. Мақалада жер бедерінің қазіргі таңда таулы геоэжүйелердің ландшафттарын кеңістіктік дифференциациялауын зерттеу мақсатындағы рөлі қарастырылған. Зерттелініп отырған аймақтың әртүрлі бедер пішіндерін зерттеу мақсатында жер бедеріне морфометриялық талдау жасалынды. Мақалада ұсынылып отырған мәліметтер Үлкен Кавказдың Оңтүсік беткейіндегі аймақта (Дашагильчай-Гирдыманчай суайрығы аймағы) жүргізілген далалық зерттеулер нәтижесінде алынған.

**Түйін сөздер:** тау бедерлері, тілімденген жер бедері, ландшафттық дифференциация, ГАЖ, морфометриялық талдау.

**ОЦЕНКА РЕЛЬЕФА С  
ЦЕЛЬЮ ИЗУЧЕНИЯ  
ЛАНДШАФТНОЙ  
ДИФФЕРЕНЦИАЦИИ  
ГОРНЫХ ГЕОСИСТЕМ  
(ТЕРРИТОРИИ МЕЖДУ-  
РЕЧЬЕ ДАШАГИЛЬЧАЙ-  
ГИРДЫМАНЧАЙ)**

**Введение**

Для изучения ландшафтной дифференциации исследуемой зоны нами были изучены общая характеристика рельефа и основные морфометрические показатели. На формирование ландшафтов Южного склона Большого Кавказа особое влияние оказывают: рельеф территории (барьерный эффект горных геосистем, большая гипсометрическая дифференцированность территории), циркуляция воздушных масс и т.д.

Рельеф земной поверхности является одним из ведущих ландшафтообразующих компонентов горных геосистем. Он оказывает значительное влияние на мезо- и микроклиматические характеристики территории, определяет особенности формирования и развития поверхностного стока, почвенного покрова, растительности, животного мира, обуславливая, таким образом, ландшафтную дифференциацию территории. Кроме того, рельеф является определяющим фактором при возникновении и эволюции мест поселения человека, он обуславливает особенности антропогенеза с точки зрения сельскохозяйственной деятельности и строительства объектов инфраструктуры [8, с. 5].

К настоящему моменту разработано много методик и программных средств, позволяющих осуществить анализ рельефа, представленного регулярными сетками, и получать набор разнообразных морфометрических карт. Разные специалисты предлагают свои системы морфометрических показателей, по их мнению, наиболее полно описывающие рельеф. Так, например, И. Эванс предложил описывать форму рельефа системой из пяти показателей: абсолютной высоты, уклона, экспозиции, продольной и профильной кривизной [12, с. 24].

**Объекты и методы исследований**

Район исследования – охватывает южный склон Главного Кавказского хребта и имеет сложные ландшафтно-орографические особенности – характеризуется сильно дифференцированным и расчлененным рельефом, в пределах которого на небольшом пространстве резко меняются геомор-

фологические условия формирования естественных ландшафтов. Одной из крупных ландшафтно-орографических единиц исследуемой территории является Главный Кавказский хребет, имеющий север-запад-юго-восточное простирание. Он входит в пределы Республики Азербайджан начиная от г. Тиновроссо. Средняя высота Главного Кавказского хребта между г. Тиновроссо и перевалом Фай примерно 3000-3500 м; между г. Малкамуд-Тфан – 4000 м; между Салаватским перевалом и Бабадагом – 3200-3300 м. Извилистость водораздела обуславливается регрессивной эрозией в верховьях рек южного или северного склона Главного Кавказского хребта, а также составом пород, в различной степени поддающихся размыву [5, с. 17].

Южный склон Главного Кавказского хребта включает в себя 3 крупные тектонические единицы (Тфанский антиклинорий, Закатало-Ковдагский синклинорий и Кабала-Вандамский антиклинорий), которые образуют ступенчато понижающийся с севера на юг рельеф.

Объекты исследований – изучение морфометрических данных рельефа, главные особенности морфоструктурного строения южного склона Большого Кавказа, их влияние на формирование и дифференциацию ландшафтов горных геосистем.

Методом исследования является морфометрический анализ рельефа, в качестве основной цели – построение карт, отражающих в себе морфометрические показатели рельефа для бассейна Дашагильчай-Гирдиманчай.

В статье была поставлена цель составить морфометрические карты: карту распределения территории по высотным отметкам; карту распределения территории в зависимости от крутизны склонов (показателями крутизны могут служить угол наклона); карту экспозиции склонов; карты вертикального и горизонтально-расчленения.

Морфометрический анализ является одним из методов геоморфологических исследований, в котором количественные характеристики форм рельефа изучаются с помощью специальных измерений. Такие исследования сегодня осуществляется с помощью цифровой модели рельефа (ЦМР) [1, с. 29]. Отметим, что внедрение компьютерной обработки массивов географических данных с использованием геоинформационных систем продвинулось еще дальше в этом направлении, предоставив возможность сочетать результаты моделирования и топографические, тематические данные.

Обычно измеряют абсолютную и относительную высоту отдельных форм рельефа или их комплексов, углы наклона склонов и их экспозицию, площадь, занятые положительными и отрицательными формами рельефа и некоторые другие. Полученные данные обрабатываются по определенной программе (ARCGIS 10.2), после чего вычисляются морфометрические показатели и коэффициенты, описывающие рельеф изучаемой территорий [2, с. 10].

Морфометрические исследования сопровождаются большим объемом, как правило, сравнительно простых вычислений. Внедрение ГИС-технологий способно сильно облегчить этот длительный процесс [1, с.30].

Наиболее важный момент при составлении морфометрических карт рельефа – сбор и картографическая фиксация первичной информации. При составлении морфометрических карт необходимо учитывать, что каждой выделенной на карте территории соответствуют конкретные величины отображаемых характеристик рельефа. Однако все эти значения имеют искажения вследствие особенностей составления исходного картографического материала и генерализации. Для устранения подобных искажений морфометрических показателей применяется точечно-статистический метод [11, с. 4].

При использовании ГИС-технологий для морфометрического анализа чаще всего рельеф рассматривается как поле высот, а анализ всех его количественных характеристик проводится по приблизительно одному и тому же алгоритму: выбирается сетка квадратов (или сетка узлов) определенного размера; в каждом из квадратов проводится измерение интересующего свойства (например, абсолютной высоты); результаты измерений представляются в виде регулярной выборки; осреднение полученных данных в узле сетки методом «скользящего окна»; визуализация полученных результатов.

Фактически узлы регулярной сетки образуют статистическую поверхность, топографическую поверхность или детерминантно-статистическую модель. Л. Х. Робинсон справедливо отметил исключительную важность карт статистических поверхностей для географии [13, с.9].

*Роль рельефа в формировании ландшафтной дифференциации горных геосистем.* Особенности рельефа оказывают влияние на ландшафт образующие факторы, которые определяют характерные особенности ландшафтов на распределение энергетических потоков, т.е. и прямую солнечную радиацию, направление поверх-

ностного стока и интенсивность протекания склоновых процессов, тем самым обуславливают ландшафтную дифференциацию на региональном, особенно локальном уровне [1, с. 29].

Основными морфометрическими показателями рельефа, оказывающими существенное влияние на развитие и формирование геокмплексов, являются гипсометрия, углы наклона поверхности, экспозиция склонов, вертикальное и горизонтальное расчленения рельефа и т.д. Гипсометрия и экспозиция склонов на экогеоморфологическую обстановку влияют через макро- и микроклиматические условия. Горизонтальное расчленение определяет повторяемости склонов противоположных экспозиций, степень дифференциации и частоты смены ландшафтных комплексов. Углы наклона поверхности определяют энергию рельефа, интенсивность и скорость склоновых процессов оказывают влияние на физическое, механическое и химическое свойства почвенного покрова, развитие и продуктивность растительности, инфильтрацию атмосферных осадков, количество солнечной радиации, трансформацию вещества и энергии и другие естественные процессы, в разной форме воздействующие на формирование ландшафтных комплексов и соответствующих экосистем [8, с.12].

При представлении рельефа как поля высот морфометрические характеристики рассчитываются чаще всего в точках, расположенных в узлах регулярной сети. Здесь следует отметить, что этот подход подразумевает определенность параметра в каждой точке пространства, регулярная же сетка не предполагает этого. Она обеспечивает непрерывность только в контексте ГИС и при соответствии ее детальности масштабу исследований [4, с.16].

Морфографическая и морфометрическая характеристики рельефа имеют большое прикладное значение не только в ландшафтных и ландшафтно-геоморфологических исследованиях. Без этих количественных характеристик геосистем невозможно строительство зданий и возведение сооружений, прокладка трасс железных и шоссейных дорог, проведение разного рода мелиоративных мероприятий и др. Тщательное изучение морфографии и морфометрии рельефа имеет и естественно большой научный интерес [12, с.24].

Разнообразие морфографических и морфометрических показателей заставляет искать причину этих различий, которая может заключаться в неоднородности геологического строения изучаемой территории, в характере и интенсив-

ности новейших тектонических движений, в неоднородности воздействия экзогенных рельефообразующих процессов, а также в истории развития рельефа.

Рельеф земной поверхности состоит из сочетания склонов и субгоризонтальных поверхностей. К склонам следует относить такие поверхности, на которых при перемещении вещества определяющую роль играет составляющая силы тяжести, ориентированная вниз по склону. Процессы, протекающие на склонах, ведут к перемещению, а при благоприятных условиях – к накоплению продуктов выветривания, т.е. к образованию как выработанных, там и аккумулятивных форм рельефа современных ландшафтов [6, с.30].

### Результаты и обсуждение

Район исследования отличается сложным оротектоническим строением. На относительно небольшом расстоянии (от 20 до 30 км) происходит увеличение отметок рельефа от 600-800 до 4000-4500 м и образуется ряд вертикальных ландшафтных поясов.

Важным фактором ландшафтной дифференциации горных геосистем является высота суши над уровнем моря. Под действием этого фактора ландшафтная сфера приобретает ярусное строение: различным высотным ярусам присущи специфические классы ландшафтов. Гипсометрическое положение сказывается уже в равнинных ландшафтах – при колебаниях абсолютной высоты в пределах первых сотен метров. Причиной высотной поясности является изменение такого важнейшего формирующего фактора, как тепловой баланс [14, с.3].

Общая площадь междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай составляет 6430 км<sup>2</sup>, высоты до 0-490 м 2377,9 км<sup>2</sup>, 500-1000 м 1825,6 км<sup>2</sup> (низкогорья), 980-1500 м 756,77 км<sup>2</sup>, 1600-2100 м 748,93 км<sup>2</sup>, 2200-2700 м 482,41 км<sup>2</sup> (среднегорья), 2800-4100 м 239,34 км<sup>2</sup> (высокогорья) (рис.1).

Как видно из приведенных данных, высоты до 1000 м (низкогорья) занимают большую часть (4203,5 км<sup>2</sup>) исследуемой зоны.

В связи с большой (200 км) протяженностью южного склона Большого Кавказа с запада на восток и различием синоптико-климатических условий ландшафты южного склона Большого Кавказа подвергались как сложному высотнo-пространственному, так и внутреннему долино-котловинному и внутриландшафтной дифференциации. Как известно, на южном склоне Большого Кавказа с запада на восток на общем

фоне значительно возрастает континентальность климата, что и способствует закономерной ари-

дизации ландшафтов и высотно-пространственной дифференциации.

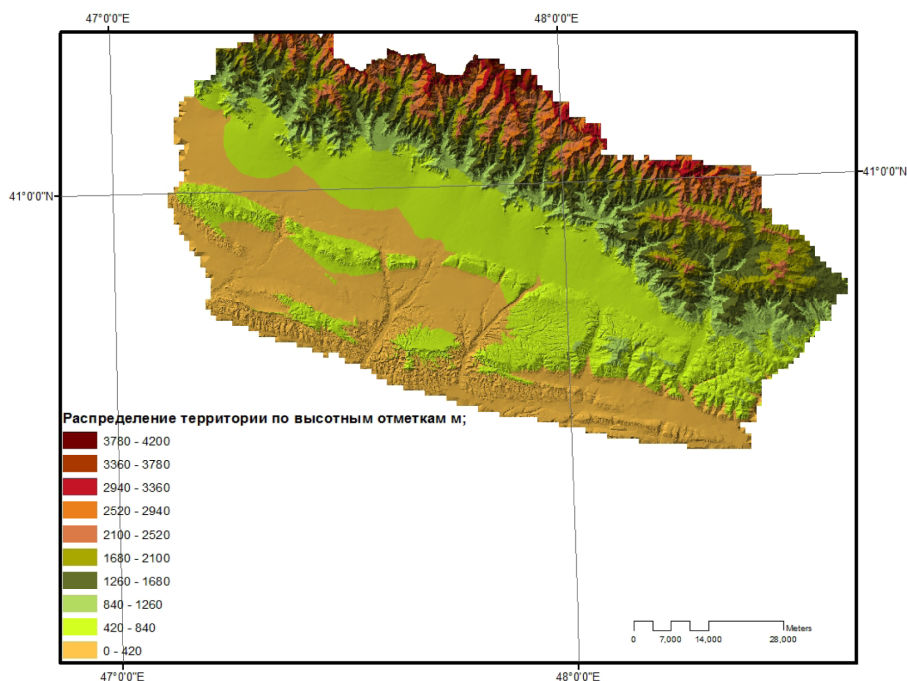


Рисунок 1 - Распределение территории по высотным отметкам (метром) с использованием метода ГИС (междуречье Дашагильчай-Гирдыманчай)

В целом в связи с континентальностью и сухостью климата в пределах азербайджанской части Большого Кавказа границы высотных ландшафтных поясов расположены выше, чем их границы на Западном Кавказе. Однако и в пределах азербайджанской части имеются секториальные различия в высотно-пространственном расположении границ ландшафтных поясов.

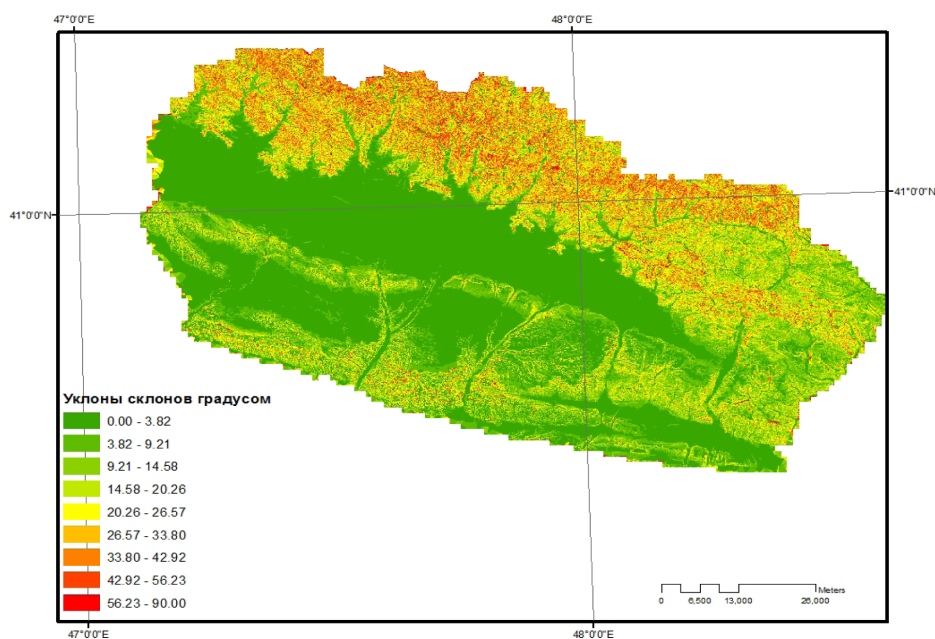
На втором этапе морфометрического анализа рельефа нами была составлена карта распределения исследуемой территории в зависимости от крутизны склонов.

Силе тяжести на склонах противостоят силы сцепления частиц рыхлых пород между собой и с подстилающими невыветренными коренными породами. Соотношение составляющей силы тяжести и сил сцепления определяет ход процессов, происходящих на склонах, и зависит от многих факторов, что служит причиной разнообразия склоновых процессов. О перемещении вещества на склонах можно судить на основании непосредственных полевых наблюдений, а при малых скоростях этих процессов – на

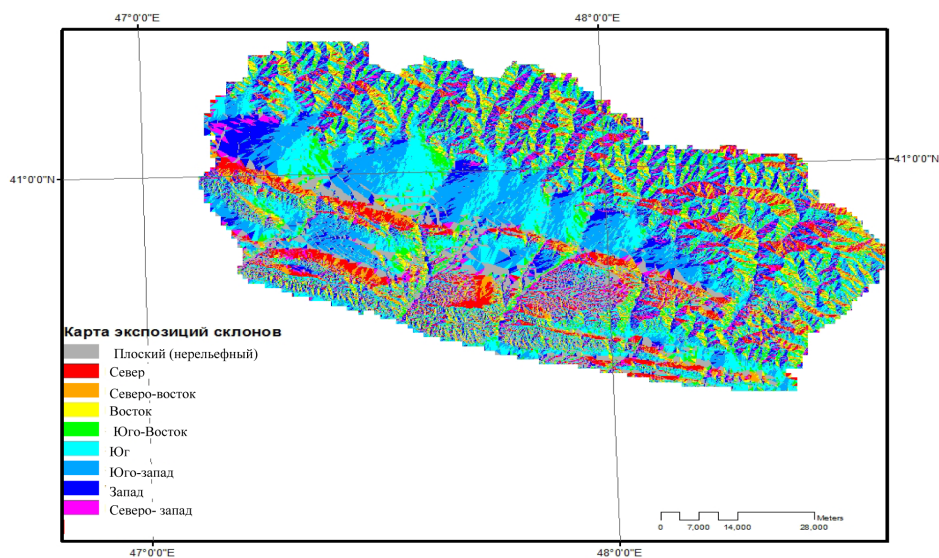
основании изучения морфологии склонов и строения склоновых отложений [12].

Существует тесная взаимосвязь между выветриванием и склоновыми процессами: быстрое удаление со склонов рыхлых продуктов выветривания. Медленная денудация склонов, напротив, приводит к накоплению продуктов выветривания, которое не только затрудняет дальнейшее выветривание коренных пород, но и способствует интенсификации склоновых процессов.

Изучение склонов и склоновых процессов имеет как научное (позволяет установить генезис и историю развития рельефа), так и огромное практическое значение, поэтому ему уделяется очень большое внимание. Оно особенно важно при прикладных исследованиях (борьба с эрозией почв, изыскания под строительство сооружений на склонах, поиски месторождений различных полезных ископаемых и др.) [12]. Нами предложена классификация склонов (по крутизне) для территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай: очень крутые (45°-90°), крутые (35°-45°), склоны средней крутизны (15°-35°), очень отлогие склоны (1°-15°) (рис. 2).



**Рисунок 2** – Распределение территории в зависимости от крутизны склонов с использованием метода ГИС (междуречье Дашагильчай-Гирдыманчай)



**Рисунок 3** – Карта экспозиции склонов с использованием метода ГИС (междуречье Дашагильчай-Гирдыманчай)

Из карты (2) видно, что на территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай в основном развиты склоны  $5^{\circ}$ - $25^{\circ}$  и крутые, обрывистые и отвесные склоны. Из наших анализов (с помощью программы ARCGIS 10.2) выявлено, что поверхности с крутизной  $1^{\circ}$ - $15^{\circ}$  (очень отлогие склоны) на территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай занимают  $4036,73 \text{ км}^2$ , склоны средней крутизны  $15^{\circ}$ - $45^{\circ}$  занимают  $2161,81 \text{ км}^2$ ,

крутые, обрывистые и отвесные склоны  $45^{\circ}$ - $90^{\circ}$  занимают  $224,36 \text{ км}^2$ .

Не менее важной морфометрической характеристикой рельефа при ландшафтных исследованиях является экспозиция склонов. Влияние горных барьеров сказывает сильное влияние на формирование ландшафтов предгорья до высокогорья. Предвосхождение воздушных масс, накапливающихся перед горным барьером, на-

чинается нередко еще за сотни километров до хребта, в результате на передгорных равнинах наблюдается увеличение осадков. Экспозиция склонов обуславливают асимметрию высотной зональности, определяемую разной степенью суммарного нагрева поверхности солнечными лучами и различным количеством осадков на наветренных и подветренных склонах. В формировании горных ландшафтов и внутренне-ландшафтных дифференциаций большую роль играет экспозиция склонов гор. Учитывая, все вышесказанные, нами была создана карта в среде ГИС, отражающая экспозицию склонов, и с помощью ARCGIS 10.2 рассчитаны точные области горных склонов различного направления (рис. 3).

Из рис. 3 видно, что на территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай в основном развиты южные и юго-западные склоны. На долю северных склонов – 279,4 км<sup>2</sup>, северо-восточных – 600,8 км<sup>2</sup>, восточных – 463,9 км<sup>2</sup>, юго-восточных – 599,7 км<sup>2</sup>, южных – 1226,4 км<sup>2</sup>, юго-западных – 1250,7 км<sup>2</sup>, западных – 762,6 км<sup>2</sup>, северо-западных – 389,7 км<sup>2</sup>.

Учитывая преобладание на территории в основном склонов южной и юго-западной экспозиции и характерную для этой территории атмосферную циркуляцию, можно сказать, что

территория не имеет достаточную влагообеспеченность в течение года.

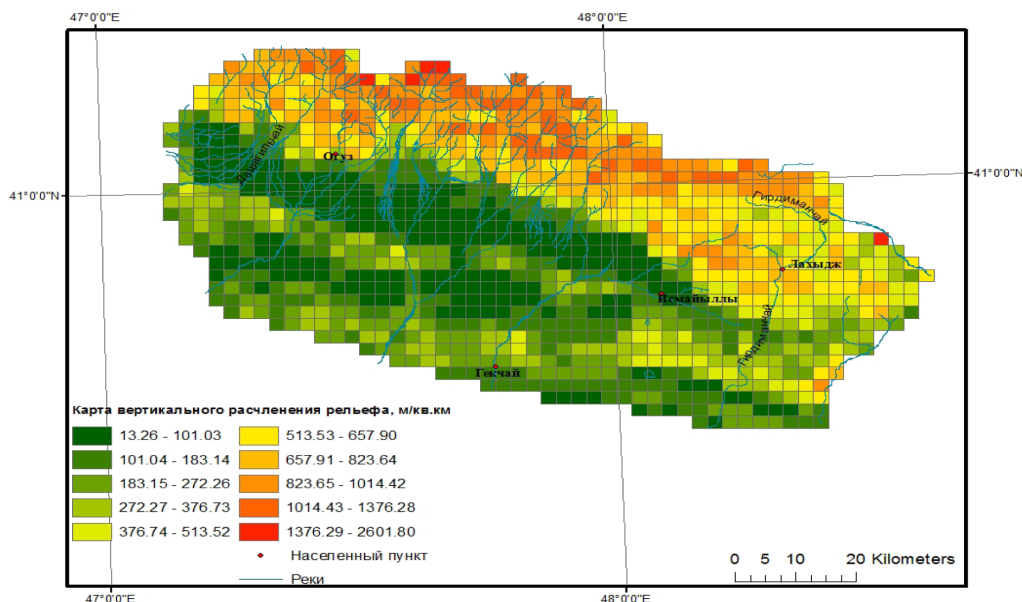
На северных склонах гор граница многолетнего снежного покрова опускается значительно ниже по сравнению с южными; продолжительность освещенности при южной экспозиции намного больше, чем при северной. Поэтому по убыванию уровня теплообеспеченности южные и северные экспозиции склонов можно расположить в следующем последовательности: подветренные и наветренные склоны южной экспозиции, подветренные и наветренные склоны северной экспозиции.

Следующим параметром, позволяющим оценить роль рельефа в формировании ландшафтной структуры нами исследуемой зоны, является карта вертикального расчленения рельефа. С помощью современных программ (ARCGIS 10.2) мы создали карту густоты вертикального и горизонтального расчленения рельефа (рис. 4).

На первом этапе для создания карты вертикального расчленения рельефа мы разделили территорию на квадраты со сторонами 2,5 км×2,5 км. Определили максимальные и минимальные высоты для каждой 6,25 км<sup>2</sup> зоны.

Для определения глубины расчленения использовали формулу:

$$K_{\text{гл. расч.}} = Z(\text{mak}) - Z(\text{min}) / 6,25$$



**Рисунок 4** – Карта вертикального расчленения рельефа с использованием метода ГИС (междуречье Дашагильчай-Гирдыманчай)

В статье последним этапом для оценки роли рельефа является составление карты горизонтального расчленения рельефа. Наиболее простой способ построения такой карты сводится к определению длины эрозионной сети  $L$  на единицу площади  $P$ :  $L/P$ .

Для создания этой карты горизонтального расчленения рельефа был необходим подсчет длин линий водотоков и эрозионной сети. В следующем этапе были подсчитаны длины водотоков в пределах квадрата со стороной  $2,5 \text{ км} \times 2,5 \text{ км}$  (рис. 5).

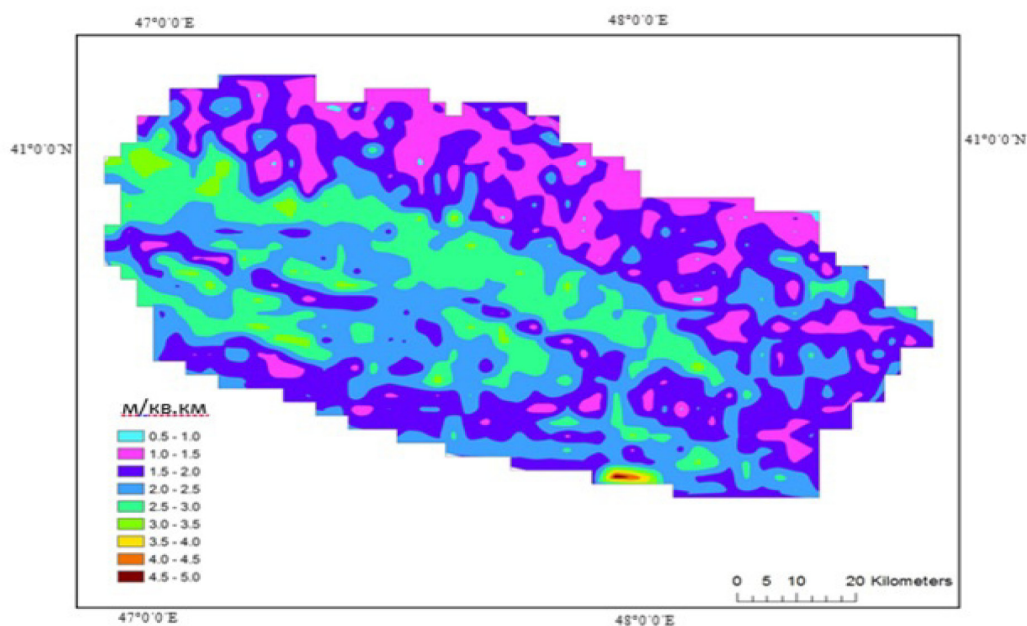


Рисунок 5 – Карта горизонтального расчленения рельефа с использованием метода ГИС (междуречье Дашагильчай-Гирдыманчай)

Из рисунка 5 видно, что наибольшая контрастность и расчленения характерна для высоты 1500-2500 м. Средняя горизонтального расчленения территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай составляет  $2,5\text{--}3,0 \text{ км/км}^2$ .

### Заключение

В данной статье приводится морфометрический анализ и оценка параметров рельефа, имеющие важную роль в формировании ландшафта исследуемой нами территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай.

Впервые с использованием одного из самых современных методов (программы ARCGIS 10.2) создана карта распределения территории по высотным отметкам, карты горизонтального и вертикального расчленения рельефа, в том числе карта экспозиций и крутизны склонов для территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай.

Эти карты не только облегчают изучение закономерностей территориального размещения явлений, но и помогают наиболее эффективно применять математику в географических исследованиях.

Большая гипсометрическая дифференцированность рельефа в пределах Южного склона Большого Кавказа позволила формирование широкого спектра высотных ландшафтных поясов. Разнонаправленность отдельных горных ответвлений в пределах исследуемого региона создала различные условия для циркуляции воздушных масс в пределах отдельных частей данной зоны, что привело к резкой внутриландшафтной раздробленности геосистем.

Предлагаемый морфометрический анализ рельефа позволил оценить роль рельефа в формировании и дифференциации ландшафтов, а также применить для оценки антропогенной и рекреационной нагрузки территории междуречья Дашагильчай-Гирдыманчай.



### Литература

- 1 Атаев З.В. Морфометрия рельефа как фактор формирования и пространственной дифференциации низкогорно-предгорных ландшафтов Северо-Восточного Кавказа // Молодой ученый. – 2014. – №4. – С. 400-407.
- 2 Будагов Б.А., Мусейбов М.А. Особенности горизонтальной и высотной дифференциации ландшафтов Азербайджана и их использование. В кн.: Комплексное географическое изучение и освоение горных территорий. – Б.: Изд-во Элм, 1980. – 130 с.
- 3 Анисимов В.И. «Морфометрический анализ рельефа». – Сочи: Наука, 1999. – 321 с.
- 4 Ализаде Э.К. Морфоструктурное строение горных сооружений Азербайджана и сопредельных территорий. – Баку: Элм, 1998. – 124 с.
- 5 Будагов Б.А. Геоморфология южного склона Большого Кавказа. – Баку: Элм, 1969. – 177 с.
- 6 Воскресенский С.С. Динамическая геоморфология. – Москва: Издательство Московского университета. – 1971. – 232 с.
- 7 Курлович Д.М. Компьютерное моделирование морфометрических показателей рельефа Беларуси // Проблемы природопользования: итоги и перспективы: материалы Международной научной конференции, 21–23 ноября. – Минск, 2012. – №1. – С. 301-304.
- 8 Кучинская И.И. Количественная обусловленность ландшафтных геоконплексов южного склона Большого Кавказа // Труды Азербайджанского географического общества. – 2013. – №2. – С. 91-97.
- 9 Симонов Ю.Г. Морфометрический анализ рельефа. – М.: Земля, 1998. – 270 с.
- 10 Симонов Ю.Г. Объяснительная морфометрия рельефа. – М.: Земля, 1998. – 251 с.
- 11 Рычагов Г.И. «Общая геоморфология». – М.: Издательство Московского университета «Наука», 2006. – 416 с.
- 12 Подобеднов Н.С. Общая физическая география и геоморфология. – 2-е изд., испр. и доп. – М.: Недра, 1974. – 312 с.
- 13 Исаченко А.С. Ландшафтоведение и физикогеографическое районирование: учеб. – М.: Высш. школа, 1991. – 366 с.
- 14 García J.T. Silva Ramos Leal J. A.; Ochoa Estrada S.; Estrada Godoy F. Morphometric and vulnerability methods in the selection of landfill sites in active tectonic areas: Tangancicuaro valley, Michoacán, Mexico // Geofísica Internacional Universidad Nacional Autónoma de México. – 2004. – Vol. 43. – №. 4. – Pp. 629-640.
- 15 Gábor M, Richard K. Geomorphometrical Mapping of Relief-Dissection Using GIS// First International Symposium, DEM 2001 Manno, Switzerland. – 2001. – №. 7. – Pp. 31-38.
- 16 Bishop M.P., Shroder J.F., Bonk R., Olsenholler, J. Geomorphic change in high mountains: a western Himalayan perspective // Global and Planetary change. – 2002. – №12. – Pp. 311–329.

### References

- 1 Ataev Z. V. Morfometrija rel'efa kak faktor formirovanija i prostranstvennoj differenciacii niz-kogorno-predgornyh landshaftov Severo-Vostochnogo Kavkaza // Molodoy uchenyj. – 2014. – №4. – S. 400-407.
- 2 Budagov B.A., Museibov M.A. Osobennosti gorizontal'noj i vysotnoj differenciacii landshaftov Azerbajdzhana i ih ispol'zovanie. V kn.: Kompleksnoe geograficheskoe izuchenie i osvoenie gornyh ter-ritorij. – B.: Izd-vo Jelm, 1980. – 130 s.
- 3 Anisimov V.I. «Morfometricheskij analiz rel'efa». Sochi: Nauka, 1999. – 321 s.
- 4 Alizade Je.K. Morfostrukturnoe stroenie gornyh sooruzhenij Azerbajdzhana i sopredel'nyh terri-torij. – Baku: Jelm, 1998. – 124 s.
- 5 Budagov B.A. Geomorfologija juzhnogo sklona Bol'shogo Kavkaza. – Baku: Jelm, 1969. – 177 s.
- 6 Voskresenskij S.S. Dinamicheskaja geomorfologija. – Moskva: Izdatel'stvo Moskovskogo universi-teta. – 1971, 232 s.
- 7 Kurlovich D.M. Komp'juternoe modelirovanie morfometricheskij pokazatelej rel'efa belarusi // Problemy prirodopol'zovanija: itogi i perspektivy: materialy Mezhdunarodnoj nauchnoj konferen-cii, 21–23 nojabrja Minsk, 2012. – №1. – С. 301-304.
- 8 Kuchinskaja I.I. Kolichestvennaja obuslovlennost' landshaftnyh geokompleksov juzhnogo sklona Bol'-shogo Kavkaza // Trudy Azerbajdzhanskogo geograficheskogo obshhestva. – 2013. – №2. – S. 91-97.
- 9 Simonov Ju.G. Morfometricheskij analiz rel'efa. – Moskva: Zemlja, 1998. – 270 s.
- 10 Simonov Ju.G. Objasnitel'naja morfometrija rel'efa. – Moskva: Zemlja, 1998. – 251 s.
- 11 Rychagov G.I. «Obshhaja geomorfologija». – Moskva: Izdatel'stvo Moskovskogo universiteta «Nauka», 2006. -416 s.
- 12 Podobednov N.S. Obshhaja fizicheskaja geografija i geomorfologija. – 2-e izd., ispr. i dop. – M.: Nedra, 1974. – 312 s.
- 13 Isachenko A.S. Landshaftovedenie i fizikogeograficheskoe rajonirovanie: ucheb. – M.: vyssh. shkola, 1991. – 366 s.
- 14 García J.T. Silva Ramos Leal J. A.; Ochoa Estrada S.; Estrada Godoy F. Morphometric and vulnerability methods in the selection of landfill sites in active tectonic areas: Tangancicuaro valley, Michoacán, Mexico // Geofísica Internacional Universidad Nacional Autónoma de México. – 2004. – vol. 43. – №. 4. – pp. 629-640.
- 15 Gábor M, Richard K. Geomorphometrical Mapping of Relief-Dissection Using GIS// First International Symposium, DEM 2001 Manno, Switzerland. – 2001. №. 7. – pp 31-38.
- 16 Bishop M.P., Shroder J.F., Bonk R., Olsenholler, J. Geomorphic change in high mountains: a western Himalayan perspective // Global and Planetary change. – 2002. – №12. – pp. 311–329.