

Научные сообщения

УДК 551.4.03:528.067.4(470.62)

© 2009 г. Ю.О. АНТИПЦЕВА, Ж.А. ДУМИТ

**МОРФОМЕТРИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ РЕЛЬЕФА
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ ОЦЕНКЕ
РЕКРЕАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ЛАГОНАКСКОГО НАГОРЬЯ
(СЕВЕРО-ЗАПАДНЫЙ КАВКАЗ)****Введение**

Стремительное развитие рекреации и туризма, появление новых разнообразных видов активного отдыха, расширение спектра услуг в этой сфере имеет ряд положительных сторон, но при отсутствии научного подхода и должного контроля неизбежно негативно сказывается на состоянии окружающей природной среды. Осуществление туристской деятельности, особенно в пределах особо охраняемых природных территорий (ООПТ), в первую очередь, должно соответствовать существующему природоохранному законодательству и требует соответствующего научного обоснования с учетом оценки конкретной территории для пригодности тех или иных видов рекреации и туризма. Такая оценка складывается из нескольких составляющих, в числе которых разработка системы эколого-геоморфологических критериев, описывающих рекреационные свойства рельефа, рекреационное районирование территории, определение степени экологического риска.

Морфометрический анализ рельефа территории является обязательным компонентом подобных исследований, в данном случае он позволяет оценить геоморфологические рекреационные ресурсы Лагонакского нагорья.

Материалы и методика исследований

За основу морфометрического анализа рельефа района Лагонакского нагорья (рис. 1) были взяты методические разработки В.П. Философова, А.И. Спиридонова, В.И. Анисимова, А.Д. Абалакова и др. [1–4]. Полное и четкое количественное описание рельефа Лагонакского нагорья до настоящего времени отсутствовало. Данное обстоятельство обуславливает новизну, актуальность и, следовательно, научную ценность результатов проведенной работы.

Для Лагонакского нагорья, традиционно ориентированного на рекреацию и туризм, немаловажными проблемами являются оценка и оптимальное использование рекреационных ресурсов. При этом наиболее актуален вопрос оценки психолого-эстетических свойств ландшафта, способствующих укреплению физических и духовных сил. Психолого-эстетическая оценка основывается на аттрактивности (привлекательности) природных объектов и явлений. Рекреационные свойства рельефа также проявляются, в частности, и через его аттрактивность, поэтому при количественной оценке аттрактивности территории необходим анализ рельефа, как важнейшего компонента

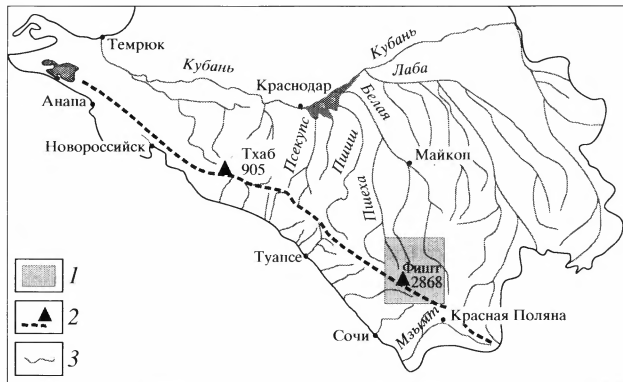


Рис. 1. Орографическая схема Северо-Западного Кавказа
 1 – район исследований, 2 – Главный Кавказский хребет и отдельные вершины, 3 – реки

онных приемов анализа поверхностей по данным космических снимков. В настоящей работе использованы результаты радиолокационной съемки рельефа Shuttle radar topographic mission (SRTM) [11, 12], предназначенной для построения высокоточной цифровой модели рельефа (ЦМР). Ее среднеквадратическая погрешность по высоте оценивается как примерно 16 м, а точность положения узлов трехсекундной сетки составляет около 20 м. Однако в условиях горного рельефа эти показатели точности становятся выше. Кроме того, за счет генерализации координатных точек ЦМР микрорельеф нивелируется, что дает возможность увидеть морфоскульптуру [13].

Редактирование снимка, связанное с идентификацией и последующим устранением незначительных ошибок, проведено нами с использованием средств пакета ArcGIS 9.1 и его модуля Spatial Analyst. Эта же программа применялась при первичных расчетах и построении карт. Исправленный снимок SRTM с разрешением около 70 м пригоден для выполнения морфометрического анализа и построения соответствующих карт в среде ГИС. Таким образом, была создана цифровая основа для морфометрического картографирования территории бассейна р. Кубани [7]. Мы полагаем, что такая точность ЦМР вполне приемлема для субрегионального пространственного анализа рельефа.

В исходной ЦМР были намечены границы Лагонакского нагорья, и, таким образом, выделен соответствующий район исследований (рис. 1). С целью проведения морфометрического анализа рельефа был построен и проанализирован ряд соответствующих карт: вертикального и горизонтального расчленения, экспозиции склонов и уклонов земной поверхности.

Для построения карты вертикального расчленения избранная территория разбивалась на сеть квадратов площадью 4 км². С использованием специальной опции статистики зон для каждого квадрата вычислялись количественные данные (минимальная и максимальная высоты). Автоматически производился выбор шкалы глубины расчленения из десяти интервалов. С помощью функции Geostatistical Analyst методом интерполяции построена карта вертикального расчленения (рис. 2).

Построение карты горизонтального расчленения производилось в несколько этапов. Была создана карта порядков эрозионных форм, сначала в растровом, затем в векторном представлении. После этого полигон разделялся на сеть квадратов площадью 16 км², и для каждого из них рассчитывалась общая длина долин (долины первого и второго порядков не учитывались). Карта создавалась с использованием функции Geostatistical Analyst Wizard (рис. 3). Как и для остальных карт, здесь была применена интервальная шкала.

ландшафта [5]. Затруднения, однако, вызывает выбор показателей, отражающих эти свойства. Нами, как и некоторыми другими авторами, используются морфометрические показатели горизонтального и вертикального расчленения рельефа, уклона земной поверхности, экспозиции склонов, разнообразия геоморфологических объектов – памятников природы [6].

При построении морфометрических карт рельефа применяются множество способов и методик, но наиболее актуальным, на наш взгляд, является использование геоинформаци-

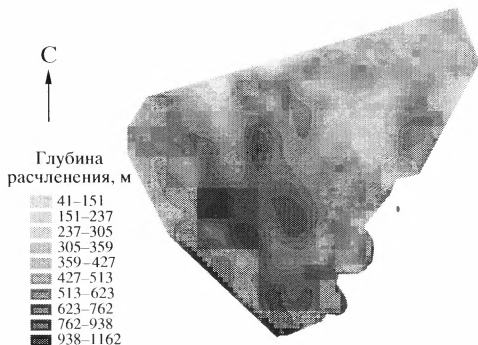


Рис. 2. Вертикальное расчленение рельефа

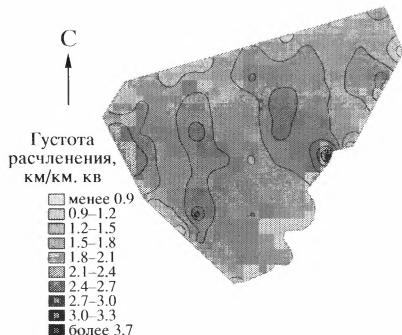


Рис. 3. Горизонтальное расчленение рельефа

Карта экспозиции склонов строилась с помощью функции Special Analyst и ее опции Surface analysis. Вначале была получена карта экспозиции склонов в растровом представлении, далее она конвертировалась в векторное представление. В результате конвертирования получены полигоны различной экспозиции склонов (рис. 4).

Карта углов наклона земной поверхности строилась аналогично карте экспозиции склонов. При этом изначально строилась гипсометрическая карта с заданными высотными ступенями, затем вычислялись минимальные и максимальные уклоны и площади полигонов по высотным ступеням (рис. 5).

Рельеф и рельефообразующие процессы на Лагонакском нагорье подвергались анализу с точки зрения определения рекреационного потенциала территории.

Результаты исследований

Характеристика рельефа и рельефообразующих процессов Лагонакского нагорья производилась по условно выделенным ярусам рельефа: высокогорный (с интервалом высот 2000–2868 м), среднегорный (1000–2000 м), низкогорный (500–1000 м). Незначительные по площади участки на крайнем северо-востоке и северо-западе нагорья с высотами ниже 500 м выделять в отдельный ярус не представляет смысла.

В целом для территории Лагонакского нагорья характерны следующие процессы: речная эрозия (пользующаяся наибольшим распространением), физическое выветривание, гляциальные, склоновые гравитационные, склоновые эрозионные, карстовые [8].

Высокогорный ярус приурочен к южной части нагорья. В рельефе он выражен поднятиями горной группы Фишт, массивом Нагой-Чук, сложенными породами позднеюрского возраста (рис. 1). Здесь господствуют гляциальные процессы, значительную роль в преобразовании земной поверхности играют гравитационные процессы, карст, глубинная эрозия.

Среднегорный ярус развит повсеместно и охватывает большую площадь, за исключением северной части нагорья. В рельефе он выражен вершинами хребтов (Лагонакский, Гуама, Азиш-Тау) и столовыми плато (Черногорье, Утюг). Для этого геоморфологического яруса характерны интенсивные процессы карстообразования, в первую очередь, благодаря распространению карбонатных пород (известняков, доломитов, мергелей) позднеюрского и раннемелового возраста [9]. Повсеместно развиты разнообразные формы подземного и поверхностного карста.

К низкогорному ярусу относятся нижние части склонов среднегорных хребтов и плато, межгорные котловины и понижения речных долин на севере нагорья. Здесь преобладают гравитационные склоновые процессы (обвалы, осыпания), активны сели, отмечаются карстовые формы рельефа.

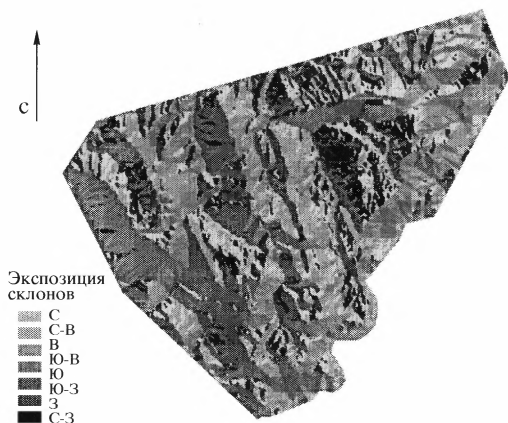


Рис. 4. Экспозиция склонов

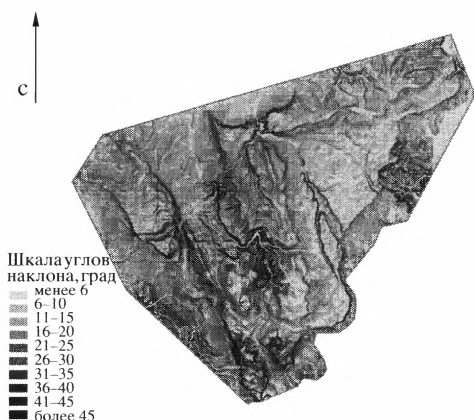


Рис. 5. Углы наклона

Интенсивная глубинная эрозия характерна для центральной части нагорья (в районе Лагонакского хребта) и юга территории (массив горы Фишт) – более 1100 м, Абадзехского ущелья и массива Нагой-Чук – более 900 м. Наименьшие величины вреза отмечаются по северной границе нагорья и в верхнем течении р. Курджипс – от 40 до 150 м.

Наибольшие величины горизонтального расчленения характерны для восточной части нагорья – района хребта Азиш-Тау (более 3.7 км/км²), наименьшие – отмечаются в центре, на крайнем северо-востоке и юго-западе нагорья (менее 0.9 км/км²). Для большей части нагорья, особенно центральной, характерно относительно равномерное площадное распространение тальвегов эрозионных форм (1.2–2.7 км/км²). Данные показатели расчленения выше средних значений, что объясняется мощным развитием карста, вызывающего перехват наземного стока. Вертикальное расчленение определяет высотное разнообразие природных комплексов, горизонтальное – многообразие краевых зон, точек перегиба. Увеличение расчлененности, в общем, повышает аттрактивность рельефа [6].

В целом поверхность Лагонакского нагорья имеет общий уклон на север и северо-запад. Склоны Лагонакского нагорья в первом приближении можно сравнить с расположенным на Северо-Западном Кавказе массивом горы Папай. Высокий термический режим южного склона определяет большую аридность природных условий, что способствует интенсивному процессу физического выветривания. На северном склоне наблюдается обратная картина – умеренное количество тепла способствует развитию густой растительности, которая в значительной степени ослабляет физическое выветривание [10]. Склоны, обращенные к югу, наиболее подвержены действию экзогенных процессов, более динамичны в развитии и формировании причудливых и привлекательных форм рельефа. Следует также отметить, что поскольку северный склон холоднее, снег на нем лежит дольше, что является основным фактором при организации горнолыжных трасс. Экспозиция склонов характеризует динамичность и степень однородности рельефа ввиду различий в условиях освещенности, увлажнения, что, в свою очередь, определяет неодинаковую скорость течения экзогенных процессов и, как следствие, различия в облике рельефа склонов разной экспозиции. На карте экспозиции склонов Лагонакского нагорья видно, что склоны имеют сложный рисунок, что, надо полагать, увеличивает аттрактивность рельефа (рис. 4).

Характер уклона земной поверхности дает возможность судить об общих перспективах развития инфраструктуры туризма. Склоны крутизной более 35–37° подвержены процессам обваливания, осыпания, реже плоскостного смыва. На склонах крутизной менее 35–37°, но более 12–15° обваливание и осыпание замещается оползанием,

которое частично сочетается с делювиальным смывом. Лавины наиболее характерны для склонов с крутизной 20–45°. Склоновые поверхности крутизной более 30° являются неблагоприятными для любого вида строительства [3], как и районы интенсивного развития карста. В то же время склоны с углом наклона до 45° пригодны для катания на горных лыжах и визуально весьма привлекательны при проведении экскурсий.

На карте углов наклона наиболее неблагоприятными участками с углами наклона более 45° являются районы массивов гор Фишт и Пшеха-Су, Абадзехского и Гуамского ущелий. Такие склоны пригодны лишь для организации сложных восхождений, тренировок по скалолазанию. Малые уклоны и слабопересеченный рельеф, характерные для плато Абадзеш-Мурзикао и верховьев правобережья р. Курджипс, благоприятствуют таким видам занятий, как пешеходный, велосипедный, конный туризм. Таким образом, с одной стороны, территория нагорья непригодна для строительства рекреационных объектов, но вместе с тем аттрактивность ее рельефа высока.

Лагонакское нагорье, помимо того, что относится к территории Кавказского государственного природного биосферного заповедника, характеризуется наличием большого количества уникальных природных объектов, имеющих статус ООПТ различного ранга: горная группа Фишт, Гуамское ущелье, Большая Азишская пещера, плато Черногорье и т.д. Все они интенсивно используются в рекреации и туризме.

Обобщая изложенное, можно отметить, что каждому из выделенных высотных ярусов отвечает определенный набор рекреационных ресурсов. Зона высокогорного яруса перспективна для восхождений различной категории сложности (район массивов Фишт, Оштен, Пшеха-Су), занятий горнолыжным спортом (район плато Абадзеш-Мурзикао). Среднегорный ярус с множеством карстовых пещер, воронок, поноров, является перспективным с точки зрения развития спелеотуризма, прокладки экологических троп (район плато Черногорье, Утюг, хребтов Лагонакский, Гуама). В низкогорном ярусе развит пешеходный, конный туризм, перспективны занятия каньонингом, джиппингом, рафтингом.

Заключение

Произведенный морфометрический анализ рельефа с использованием ГИС-технологий позволил провести количественную оценку параметров рельефа, т.е. оценить степень его эрозионного расчленения, вычислить уклоны земной поверхности, определить экспозицию склонов. Набор морфометрических показателей дает возможность оценить рекреационный потенциал Лагонакского нагорья, т.е. определить возможности перспективного использования различных участков территории для дальнейшего развития туризма и рекреации. Особенно актуально в настоящее время развитие спелеотуризма, горнолыжного слалома, скалолазания и др.

Полученные результаты в совокупности с данными натурных наблюдений позволят составить карты аттрактивности рельефа и провести рекреационное районирование территории.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Философов В.П.* Основы морфометрического метода поисков тектонических структур. Саратов: Изд-во СГУ, 1975. 162 с.
2. *Спирidonов А.И.* Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картирования. М.: Высш. шк., 1970. 456 с.
3. *Анисимов В.И., Заседателев Ю.В.* Морфометрический анализ рельефа для целей рекреации (на примере района Красной Поляны) // Геоморфология. 1993. № 1. С. 51–57.
4. *Абалаков А.Д., Кузьмин С.Б.* Экологическая оценка экзоморфосистем // Геоморфология. 1998. № 3. С. 28–40.
5. Рельеф среды жизни человека (экологическая геоморфология) // Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А. М.: Медиа-Пресс, 2002. 640 с.
6. *Анисимов В.И.* Морфометрический анализ рельефа. Сочи: Изд-во СГУТиКД, 1999. 321 с.

7. Думит Ж.А. Использование спутниковых снимков для построения морфометрических карт рельефа (по данным бассейна реки Кубани) // Актуальные вопросы экологии и охраны природы экосистем южных регионов России и сопредельных территорий (м-лы XX межрегион. науч.-практич. конф.). Краснодар: Изд-во КубГУ, 2007. С. 91.
8. Лозовой С.П. Лагонакское нагорье. Краснодар: Краснодарск. кн. изд-во, 1984. 160 с.
9. Чередищенко Л.И. Геологическое строение плато Лагонаки // Проблемы Лагонакского нагорья. Краснодар: Изд-во КубГУ, 1987. С. 7–11.
10. Краснянский Ф.Г., Будовская М.А. Влияние инсоляции на почвенно-растительный покров (на примере горы Папай) // Геогр. исслед. на Северном Кавказе. Р-н/Д: Изд-во РГУ, 1974. С. 56–62.
11. <ftp://e0srp01u.ecs.nasa.gov/srtm/version2/SRTM3/>
12. Rodriguez E., Morris C.S., Belz J.E. et al. An Assessment of the SRTM Topographic Products, Jet Propulsion Laboratory D-31639. California Institute of Technology. 2004. 146 с.
13. Муравьев Л.А. Высотные данные SRTM против топографической съемки // <http://geo.web.ru/db/msg.html?mid=1177761>

Кубанский госуниверситет

Поступила в редакцию
01.06.2007

GIS-BASED MORPHOMETRIC ANALYSIS FOR THE ASSESSMENT OF THE RECREATIONAL POTENTIAL OF LAGONAK HIGHLAND

Y.O. ANTIPTSEVA, ZHA. DUMIT

S u m m a r y

The new methods of morphometric maps compilation with the use of GIS-technologies were developed. Such maps were compiled for the territory of Lagonak highland and were used for the assessment of its recreational potential.

УДК 551.4.03:528.067.4(235.222)

© 2009 г. Н.Н. БАРДАЧЕВСКИЙ

ХРЕБТЫ И ВПАДИНЫ ЮГО-ВОСТОЧНОГО АЛТАЯ: ОПЫТ МОРФОМЕТРИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ С ПРИМЕНЕНИЕМ ГИС-ТЕХНОЛОГИЙ

Введение

Макрорельеф Алтая, также как и большинства горных сооружений Центральной Азии представляет собой чередование хребтов и межгорных впадин. В орографии региона отчетливо выделяются две крупные группы форм рельефа второго порядка (если считать первым всю горную систему Алтая): 1) крупные положительные формы и 2) разделяющие их понижения.

Горный Алтай характеризуется длительной и сложной историей геологического развития, однако возникновение его современного рельефа произошло сравнительно недавно. Современный орографический план региона начал формироваться в конце палеогена, но окончательно сложился лишь в четвертичное время и, судя по высокой сейсмичности региона, процесс этот продолжается. Сложная докайнозойская история формирования Горного Алтая проявляется главным образом в формах мезо- и микро-рельефа: при препарировке экзогенными процессами геологических тел и зон разрывных нарушений. Макрорельеф обусловлен новейшей блоковой структурой и представляет собой контрастное сочетание высоких альпинотипных хребтов и межгорных впадин с глубоко врезанной речной сетью и распространением ледников.