

Методика научных исследований

УДК 551.4:528.067.4(235.222)

© 2003 г. А.Р. АГАТОВА

**КРУПНОМАСШТАБНОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ РЕЛЬЕФА
ГОРНЫХ СТРАН (НА ПРИМЕРЕ АЛТАЯ)****Введение**

Молодые горные пояса Земли представляют собой объекты, изучение рельефа которых зачастую дает больше информации об истории их развития, чем какие-либо другие методы (геологические, геофизические и др.), так как в их пределах новейшие отложения имеют очень ограниченное распространение и сложные соотношения друг с другом. В таких условиях крупномасштабное геоморфологическое картографирование на основе дешифрирования аэрофото- и космоснимков является наиболее эффективным и недорогим методом определения последовательности и условий формирования элементов рельефа.

В отличие от платформенных участков, горные области имеют гораздо более сложную геометрию рельефа, обусловленную проявлениями активной тектоники. Значительные абсолютные отметки горных сооружений и существенные перепады высот в их пределах приводят к возникновению высотной климатической зональности, проявляющейся в смене экзогенных процессов, растительных ассоциаций и ландшафтов. Таким образом, в рельефе горных районов Земли особенно ярко проявлены все глубинные и поверхностные процессы, действующие на внутренней и внешней границах земной коры.

Алтайская горная система, включающая хребты Русского, Монгольского и Гобийского Алтая, представляет собой один из элементов Центральноазиатского горного пояса. Наиболее высокая юго-восточная часть Русского Алтая – один из интереснейших в геоморфологическом плане объектов, отражающих действия сил как эндогенного, так и экзогенного происхождения. Элементы мелкоблоковой структуры Алтайской мобильной зоны, зажатой между жесткими литосферными микроплитами, были значительно преобразованы в ходе оледенения и дегляциации позднего плейстоцена-голоцена. В свою очередь, рост горных сооружений и эрозионный врез в межледниковый период, достигавший 250–400 м, наряду с климатическими изменениями повлиял на смену характера оледенения этой части Алтая с долинно-полупокровного в среднем плейстоцене на долинный в позднем плейстоцене [1]. Функционирование палеозерного бассейна в Курайско-Чуйской системе впадин [2–6] определило морфолитогенез не только Юго-Восточного Алтая, но и далеко за его пределами ниже по течению Чуи и Катунь. При изучении района с такой насыщенной историей развития рельефа возникла задача наиболее полно отразить всю имеющуюся информацию в геоморфологической карте, являющейся основой для целого ряда производных тематических карт и схем – неотектонических, палеогеографических, ландшафтных и т.д. Потеря информации на этапе геоморфологического

картографирования в дальнейшем ведет к значительным трудностям при их построении.

В данной статье рассматриваются операционные принципы аналитического геоморфологического картографирования с применением новых методических приемов, разработанных для сохранения разнородной информации о рельефе в ходе картографирования конкретных районов горной территории Алтая.

Отображение геометрии, происхождения и возраста горного рельефа на геоморфологической карте

Оптимальным способом отображения одновременно геометрии, происхождения и возраста сложно устроенной земной поверхности в пределах горных областей, на наш взгляд, является картографирование не форм, а граней рельефа, предложенное Ю.К. Ефремовым [7] и Д.В. Борисевичем [8]. Этот способ лег в основу ряда легенд [9, 10], по которым были составлены карты среднего масштаба для областей с различными типами рельефа – северных районов России, Восточной Сибири, горных районов Урала, Казахстана, Северного Кавказа. Для Алтая этот метод был использован и адаптирован при построении карт крупного масштаба (1 : 25000 и 1 : 50000) на основе дешифрирования аэрофотоснимков масштаба 1 : 35000 [1, 11, 12].

При использовании такого метода единицами картографирования служат изогradientные поверхности, отделенные от соседних поверхностей линиями перегибов склона (рис. 1). Ряд специалистов придает этой морфологической единице на карте дополнительную генетическую нагрузку, отождествляя грань рельефа с генетически однородной поверхностью. В этом случае в качестве аксиомы принимается положение, что перегибы в рельефе ограничивают поверхности одного происхождения, т.е. такие, которые выработаны под действием одного или комплекса однонаправленных, устойчивых в некоторый период времени (этап рельефообразования) процессов. При этом каждый резкий перегиб земной поверхности вызван сменой или формирующего ее процесса или его направленности [10]. По мнению других специалистов [13, 14], было бы правильнее называть аналитической геоморфологической картой геометрическую дискретную модель рельефа, не содержащую субъективной интерпретационной нагрузки в виде генетической классификации выделяемых граней. В зависимости от мнения того или иного исследователя, выделяемые поверхности именовались по-разному: грань [7]; части форм рельефа [15]; генетически однородные поверхности [16–18]; поверхности, однородные по генезису и возрасту [19]; элементарная морфологическая единица (имеющая кроме поверхности и некоторую толщину) [20].

С нашей точки зрения, придание генетической нагрузки морфологической модели делает карту более информативной, тем более что цвет картографируемых граней рельефа, обозначающий их происхождение, не влияет на восприятие их формы. Картографируемые нами площадные объекты отделяются друг от друга перегибом независимо от того, граничат ли они с однотипными поверхностями (но имеющими другой наклон) или поверхностями иного генетического типа (рис. 2). Такой прием помогает отразить сложную геометрию рельефа горного района. При этом тип границ отражает угол, под которым происходит сочленение граней рельефа: тальвеги и тыловые швы – отрицательный, гребни и бровки – положительный. Кроме того, если в рельефе встречаются переходные типы сочленений и требуется более детальное описание рельефа, то вводятся дополнительные типы линий: гребни и бровки четкие и округлые. В дополнение к площадным и линейным объектам вводятся точечные, обозначаемые специальными внемасштабными знаками: отрицательные перегибы гребней – седловины – крестиком, положительные – вершины – закрашенными кружками. В дальнейшем эти сведения играют большую роль в морфотектонических построениях – при определении границ неотектонических блоков и их высоты по положению реликтов поверхности выравнивания. Более подробная

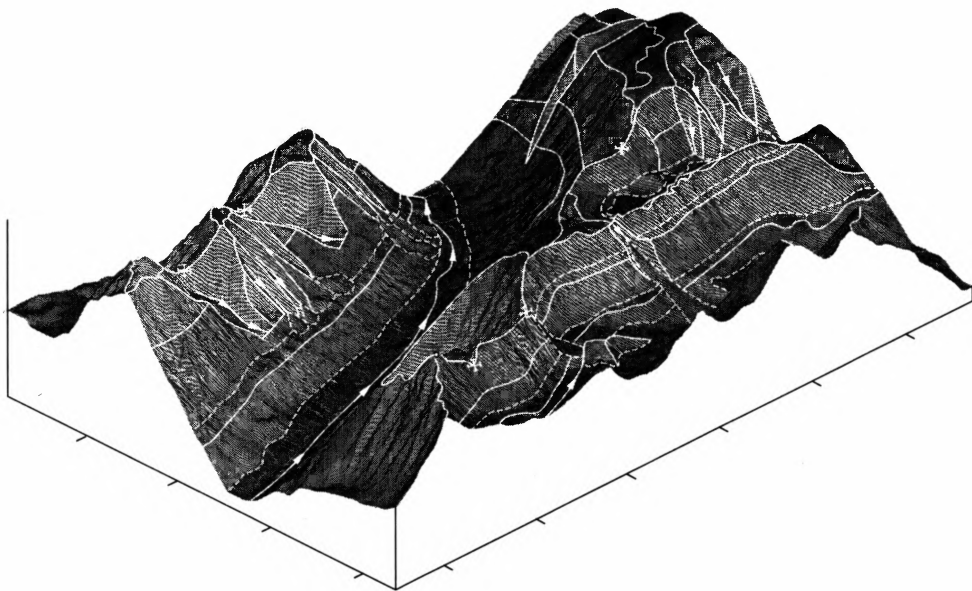


Рис. 1. Трехмерная модель рельефа (один лист карты масштаба 1 : 25000) фрагмента долины р. Талтура (Южно-Чуйский хребет)

Демонстрирует преимущество изображения сложного рельефа горных районов с помощью картографирования составляющих его граней, а не форм рельефа или, тем более, их типов

информация о рельефе, например, о крутизне и профиле склонов, при необходимости может быть отражена в легенде к карте. Косвенно эта информация уже содержится в генетической интерпретации элементов рельефа, так как склоны ледникового генезиса, как правило, имеют вогнутый профиль и крутизну от $37\text{--}40^\circ$ до $45\text{--}50^\circ$, а склоны речных долин – прямой или выпуклый профиль и крутизну около 30° .

Возраст рельефа конкретного района определяется интервалом, нижний предел которого – возраст наиболее древних его элементов, а верхний – настоящее время, так как формирование некоторых его элементов продолжается и сейчас. Каждая элементарная поверхность рельефа (его грань) характеризует только один промежуток времени – этап рельефообразования, в течение которого она была образована: интервал времени от момента наложения (врезания) этой поверхности в уже возникшие поверхности до момента наложения (врезания) на нее наиболее ранних поверхностей последующего формирования. Дальнейшее формирование новых поверхностей ведет к ее разрушению, степень которого, как и степень развития вновь образованных поверхностей, на текущий момент времени отражена на карте в характере очертаний и размерах показанных элементов. Таким образом, геоморфологическая карта позволяет наблюдать историю существования граней рельефа и условно выделить в ней два периода: один отвечает формированию поверхности, другой, длящийся до сегодняшнего дня, характеризует продолжительность разрушения этой поверхности (если она не является развивающейся). Наблюдения за развитием элементов рельефа в прошлом и настоящем позволяют выявить основные закономерности рельефообразования и дают основу для прогноза его направленности в будущем. Однако по морфологическим критериям возраст граней рельефа отнюдь не всегда можно определить однозначно. Это происходит в тех случаях, когда размеры формирующейся новой грани в большей степени контролируются не продолжительностью, а скоростью ее развития (в случае реликтовой поверхности – скоростью ее разрушения). Примером этому могут служить эрозионные врезы на левом борту долины Чуи в

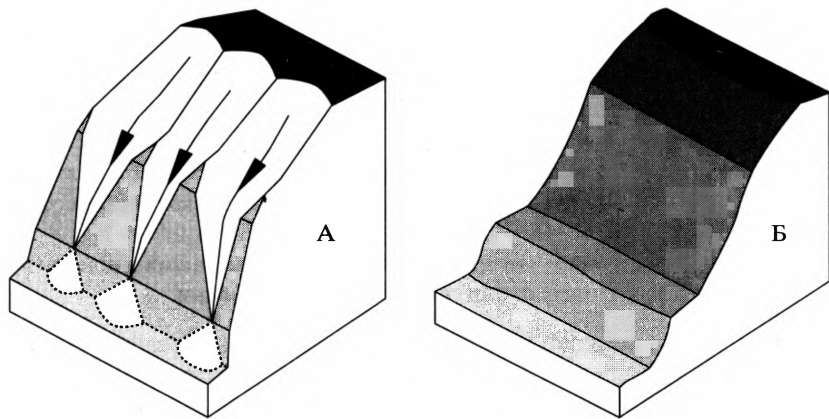


Рис. 2. Перегибы склона (ребра рельефа) могут разделять поверхности не только разных генетических типов (Б), но и поверхности одного происхождения (А) в случае, если формирующий их процесс имел разную направленность в пространстве. Это позволяет сохранить на карте информацию о геометрии рельефа. Примером могут служить эрозионные склоны, сочленяющиеся друг с другом по линиям гребней и тальвегов

районе Белькенекского выступа на западной оконечности Курайской впадины. Два из них – врезы рек Колмеш и Орой, несмотря на одно и то же время заложения, гораздо шире и глубже других за счет дополнительного сброса по ним талых вод из Сатанахского урочища в Чую во время деградации позднеплейстоценового покровного ледника в этом урочище. Другим примером неоднозначности определения возраста граней рельефа лишь геоморфологическими методами служат тектоногенные уступы, разбивающие макросклоны Курайского, Южно- и Северо-Чуйского хребтов на ряд хорошо выраженных в рельефе ступеней. Разновозрастность этих уступов можно определить только геологическими методами – по нарушениям неоген-четвертичных отложений Курайской и Чуйской межгорных впадин. Поэтому одна из основных характеристик граней рельефа – их возраст – не показывается на карте. Последовательность образования элементов рельефа различных генетических типов и ее привязка к шкале абсолютного времени (методом коррелятивных отложений) может быть показана отдельно в виде специальной таблицы (рис. 3). Такой подход позволяет не навязывать свою интерпретацию возраста рельефа, так как анализ геоморфологической карты – положение отдельных граней в геоморфологической системе, их размер, очертания – дает возможность любому специалисту составить собственное мнение по этому поводу.

Основное внимание при составлении карты уделено генетической интерпретации элементов рельефа. Именно генезис ограниченных перегибами граней рельефа отображается наиболее выразительными способами – цветом и буквенными обозначениями. При этом наклон поверхности, характерные контуры или устойчивое сочетание объектов в большинстве случаев играют ведущую роль в определении их генезиса. Примерами такого сочетания могут служить денудационно-аккумулятивные склоновые системы, такие как водосборная воронка – эрозионный врез – пролювиальный конус или осыпной лоток, оканчивающийся осыпным конусом. Кроме площадных характеристик для определения природы выделенных граней привлекается дополнительный материал о содержательной стороне объекта: геологическом субстрате, рыхлых поверхностных отложениях, микрорельефе. Результатом обобщения всех этих данных является определение генезиса выделенных объектов.

Предложенный способ составления карт наиболее удобен для отражения и изучения рельефа, сформированного в основном процессами сноса и аккумуляции, при разрушении или захоронении крупных форм, создаваемых, прежде всего, тектони-

Генезис			Эндогенные процессы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
Система	Отдел	Подотдел																			
Экзогенные процессы			Свиты*																		
Квартер	Голоцен	Q ₄	gl, al, sl	?	?	?	склон троговой долины ниже древнего дна (плеча трого)	днище троговых долин	конечные и боковые приледниковые морены	?	дно палеозера в долине р. Аккол	тело обвала	стенка отрыва обвала	склоны эрозионно-осыпных лотков	осыпные конусы и шлейфы	продольные конусы	присклоновые каменные глетчеры	склоны эрозионных врезов	тело оползня	зандры	
		Q ₃	gl, fl-gl, lm																		
			fl-gl																		
	Плейстоцен	Q ₂	gl, fl-gl, lm																		
			fl-gl																		
		Q ₁	gl, fl-gl, lm																		
			lm-al																		
	Неоген	N ₂	N ₂ ¹																		башкауская al-pl
			N ₂ ²																		башкауская al-pl
		N ₁	N ₁ ¹																		башкауская al-lm
N ₁ ²			туерыкская al-lm																		
N ₁ ³			кошагайская al-lm																		
Палеоген	P ₃	P ₃ ¹	карачумская el, sl																		
		P ₃ ²	карачумская el, sl																		
	P ₂	P ₂ ¹	карачумская el, sl																		
		P ₂ ²	карачумская el, sl																		
Мел	K ₃	P ₁	кора выветривания el	поверхность выравнивания																	

1

2

3



1



2



3

ческими движениями [10]. С одной стороны, такой подход позволяет показать не только генезис уже существующего рельефа, но и направленность процессов, преобразующих его и создающих со временем на том же самом месте новые поверхности. С другой стороны, он дает возможность по элементам рельефа разного возраста восстановить с точностью, определяемой степенью их сохранности, последовательность основных этапов рельефообразования от момента, запечатленного в наиболее древних сохранившихся поверхностях, до настоящего времени.

Операционные принципы и новые приемы геоморфологического картографирования крупного масштаба

Построение картографической модели путем разбиения земной поверхности на отдельные грани полностью отвечает требованиям таких операционных принципов картографирования, как принцип *специализации* и принцип *целостности* [25, 26]. Признаки, по которым проводится такое разбиение, в наибольшей степени отвечают поставленной задаче исследования (принцип *специализации*) и позволяют выделять элементы, совокупность свойств которых обеспечивает их обособленность (принцип *целостности*) – каждая из выделяемых граней рельефа отвечает определенному этапу рельефообразования, принадлежит к определенному генетическому типу, характеризуется своими углами наклона, микрорельефом, рыхлыми отложениями и наложенными экзогенными процессами (в случае, если происхождение поверхности не связано с современными экзогенными процессами). При этом все свойства выделяемых элементов взаимообусловлены и характеризуют грань рельефа как целостный объект.

Все формы рельефа, наблюдаемые в природе, представляют собой сочетание таких граней с разными углами наклона, различного генезиса и возраста. Обозначив все перегибы и установив генезис каждой ограниченной перегибами поверхности, мы получим на карте данные и о строении рельефа, и о его происхождении. Соотношение выделенных единиц картографирования, положение их в пространстве, углы наклона, очертания, размеры, приуроченность одних к другим, ориентировка элементов, характер границ между ними – все это позволяет судить о природных связях и последовательности формирования выделенных объектов. Таким образом, выбор граней рельефа в качестве единиц картографирования позволяет характеризовать все основные свойства земной поверхности, анализ которых в дальнейшем необходим для построения разнообразных тематических карт и схем.

Фиксированный список свойств объектов, выделяемых по морфологическому критерию, обеспечил выполнение другого принципа – *однородности описания*, в соответствии с которым каждый элемент был охарактеризован одинаковым списком свойств с равной точностью и степенью детальности согласно соответствующе-

Рис. 3. Относительный возраст элементов рельефа на территории бассейна р. Чаган-Узун и их привязка к шкале абсолютного времени (методом коррелятных отложений с использованием реперных поверхностей) Поверхности: 1 – реперные, 2 – формирующиеся, 3 – подвергающиеся разрушению. Рельефообразующие процессы: 1 – комплексная денудация, 2 – дифференцированные блоковые движения, 3 – склоновая денудация, 4 – аккумуляция пролювиальных отложений, 5 – эрозия с последующим экзарационно-нивальным преобразованием, 6 – экзарационно-нивальное преобразование дна долины, 7 – аккумуляция ледником продуктов разрушения долин, 8 – переотложение продуктов разрушения тальми водами, 9 – озерная аккумуляция, 10 – аккумуляция обрушенных горных пород, 11 – гравитационные процессы (обрушение горных пород), 12 – эрозионная денудация и осыпные процессы, 13 – аккумуляция осыпных отложений, 14 – аккумуляция отложений постоянных и временных водотоков, 15 – аккумуляция и сползание насыщенных льдом склоновых отложений, 16 – эрозионная денудация, 17 – аккумуляция продуктов гравитационного смещения, 18 – флювиогляциальные процессы. Отложения: gl – ледниковые, fl-gl – флювиогляциальные, lm – озерные, al – аллювиальные, lm-al – озерно-аллювиальные, sl – склоновые.

* – стратиграфическая схема дана по [21, 22] с уточнениями по [23, 24]

му иерархическому уровню систематики (в нашем случае все объекты принадлежат одному иерархическому уровню). В легенде отражается уже генетическая интерпретация всей имеющейся информации, обобщающей данные как самой геоморфологической карты, так и геологической карты, полевых маршрутов и дешифрирования аэрофотоснимков. В легенде объекты группируются по происхождению в аккумулятивные, денудационные и тектонические. Внутри этих групп поверхности объединяются по фактору их образования (аккумулятивные: ледниковые, флювиогляциальные, озерные, флювиальные, гравитационные и т.д.; денудационные: комплексной денудации, экзарационно-нивальные, катафлювиальные и т.д.). Каждый тип объектов обозначается определенным цветом и буквами латинского алфавита, с которых начинается название рельефообразующего процесса (не более трех для лучшей читаемости). При этом мы пытались сохранить существующие традиционные цветовые обозначения генетических типов: поверхности ледникового происхождения тонируются фиолетовым цветом, флювиальные – зеленым, озерные – голубым, тектонические – красным и т.д. Денудационные поверхности имеют более темный оттенок того же цвета, присваиваемого аккумулятивным поверхностям, образованным тем же процессом: если морены (аккумулятивные поверхности) обозначены фиолетовым цветом, то экзарационно-нивальные склоны имеют более темно-фиолетовый оттенок. Разновидности поверхностей, выделяемых внутри генетического типа по определенному признаку, также обозначаются оттенками основного цвета, а к буквенным обозначениям при этом добавляются цифры. При этом также использовался уже известный принцип окраски поверхностей [10]: чем интенсивнее процесс, тем гуще краски (для склонов – чем круче, тем гуще). Несмотря на то, что оттенком цвета и цифрами могут подчеркиваться разные признаки объектов (например, у морен это степень бугристости, у денудационных склонов – угол наклона, у ледниковых склонов – степень их преобразованности последующими процессами), это не нарушает требования однородности их описания, так как при их выделении использовался одинаковый список свойств. Такой шаг вызван тем, что у разных типов объектов наиболее интересным для дальнейшей интерпретации являются разные свойства.

Требованием принципа *ранговости* является соблюдение иерархии выделяемых элементов. На аналитической карте все элементы, несмотря на разницу в размерах, выделены по одному набору признаков и принадлежат к одному иерархическому уровню.

Выбранные нами в качестве единиц картографирования изогradientные поверхности представляют собой естественные элементы, из сочетания которых состоит все многообразие форм земной поверхности, начиная от современного эрозионного вреза, который образован двумя разновозрастными поверхностями одинакового происхождения, но имеющими разный угол наклона, до долин и водоразделов, состоящих из целого ряда поверхностей разного возраста, генезиса и наклона. Выделение объектов более высокого ранга, которые объединяли бы грани рельефа по какому-либо признаку (размеру, генезису, положению в структуре рельефа и т.п.), на самой аналитической карте не имеет смысла, так как подобная операция – это уже следующий шаг в исследовании рельефа. В то же время, сознательно не выносились на карту объекты более низкого ранга – детали микрорельефа, осложняющие эти поверхности, несмотря на то, что иногда они выражены в масштабе карты и хорошо дешифрируются на аэрофотоснимках по тону и текстуре поверхности. Микрорельеф, как отражение особенностей действия того или иного экзогенного процесса, учитывался при определении генезиса поверхностей, созданных этими процессами. Однако, так как исследование сложности самого процесса (например, зависимость рисунка песчаной ряби от особенностей ветрового потока или распределение термокарстовых котловин на поверхности морен) не входило в задачи, картографирование перегибов, связанных с такими явлениями, не проводилось.

Значительные отличия объектов одного ранга по размеру, так же как и закономерное распространение разноразмерных объектов одного происхождения по площади, в горном районе отражают два фактора: продолжительность действия рельефообразующих процессов и изменение их интенсивности в зависимости от абсолютной высоты. Карта, как стоп-кадр, фиксирует соотношение этих факторов на данный конкретный момент. Небольшие размеры эрозионных врезов на склонах ледниковых долин свидетельствуют о начале этапа эрозионного преобразования этих склонов, сменившего этап их подледной обработки. Это позволяет предполагать, что в будущем при сохранении современной климатической и тектонической обстановки эрозионные склоны будут занимать гораздо большую площадь по сравнению с настоящим моментом, постепенно уничтожая склоны экзарационного происхождения. Небольшие по размерам фрагменты доорогенной поверхности выравнивания, наоборот, свидетельствуют о длительной истории ее разрушения. В то же время, площадь этих фрагментов в пределах различных ступеней хребтов напрямую связана с увеличением площади поверхностей экзарационно-нивального происхождения с высотой. В осевой части хребтов это лишь небольшие вершинные площадки в местах сочленения узких скалистых водоразделов, образованных при слиянии смежных каров и цирков. Размеры этих площадок не превышают 750 м в поперечнике (площадь вершины Джаникту, высшей точки водораздела рек Караюк и Елангаш, – 750 × 500 м, а одной из вершин водораздела рек Аккол и Караюк – 500 × 500 м), чаще всего они достигают лишь первых сотен метров и меньше. На средних ступенях хребтов, где формы ледникового рельефа распространены уже не так широко, эти фрагменты занимают большую площадь. По периферии хребтов их распространение максимально, но, являясь уже областью аккумуляции моренных и пролювиально-делювиальных отложений (в обнажениях которых и устанавливается наличие поверхности выравнивания с залегающей на ней корой выветривания), они не являются объектом геоморфологии.

Согласно *принципу полноты деления* вся исследуемая территория без остатка расчленяется на элементы в соответствии с выбранной методикой картографирования. На рассматриваемой территории представлены все три генетических типа рельефа, формирующиеся и функционирующие на границе различных сред: субаэральный, подводный и подледный. Если картографирование субаэрального рельефа не вызывает проблем, то рельеф днщч многочисленных горных озер, скрытый под слоем воды, остается своего рода “белыми пятнами” на геоморфологической карте из-за невозможности его изучения имеющимися средствами. В силу физических особенностей лед, в отличие от воды, может подчеркивать главные неровности скрытой под ним литосферы. Это позволяет выделять основные перегибы, отраженные на поверхности ледников в виде бергшруднов и ледопадов, образующихся в местах крутых перегибов продольного профиля ложа ледника.

При проведении границ геоморфологических объектов соблюдался ряд других принципов районирования.

Принцип *однородности границ* требует проведения границ с фиксированным списком свойств. Основным типом границ на аналитической геоморфологической карте, единицами картографирования которой служат изогradientные поверхности, являются геометрические границы, совпадающие на местности с перегибами склона. Поэтому список их свойств определяется количеством встречающихся на исследуемой территории типов перегибов склона. Это тальвеги, гребни, бровки, тыловые швы.

Гребни и бровки относятся к положительным перегибам. Гребни – линии сочленения бортов соседних долин. Четко выраженные гребни характерны для альпийского рельефа приосевых частей Катунского, Северо-Чуйского, Южно-Чуйского, Айгулакского и Курайского хребтов, преобразованных экзарационно-нивальными процессами. Скругленные гребни встречаются в рельефе слаборасчлененных выступов, например, невысокого Чаган-Узунского выступа, разделяющего Чуйскую и

Курайскую впадины, или Бельгешашского выступа в днище Курайской впадины, являющегося ее западным обрамлением. Бровки – линии перегибов от пологих к крутым поверхностям. На исследуемой территории Горного Алтая округлые бровки разграничивают реликты поверхности выравнивания и привершинные склоны, крутые экзарационные склоны трогов последнего оледенения от более пологих древних ледниковых склонов долин; четко выраженные бровки отделяют привершинные склоны от склонов долин, реликты днища древнего трога от вложенного в него трога последующего оледенения, а также ограничивают сверху поверхности тектоногенных уступов, уступов речных террас (если они выражены в масштабе карты) и ледопадов.

К отрицательным перегибам склонов относятся тальвеги и тыловые швы. Тальвеги – линии сочленения бортов V-образных долин постоянных и временных водотоков и стенок осыпных лотков. Стрелки тальвегов указывают направление течения водотоков и сноса рыхлого материала. Таким образом, они всегда направлены от областей денудации к областям аккумуляции. Тыловые швы – линии сочленения более крутых и более пологих поверхностей. Это линии подножия склонов долин с широкими днищами, основания тектоногенных уступов и уступов речных террас, границы пролювиальных конусов и шлейфов, осыпных конусов, в случае если они являются промежуточными по наклону между крутыми и пологими поверхностями.

Выделенные перегибы являются естественными границами граней рельефа. Границы озер при таком подходе обозначаются как тыловые швы или сдвоенные линии бровки и тылового шва в случае, если береговой обрыв не выражен в масштабе карты. Границы ледников, в зависимости от положения граничащих с ними поверхностей, выражены как тальвеги или тыловые швы.

Кроме того, в соответствии с задачей наиболее полного отражения всей запечатленной в рельефе информации помимо геометрических границ нами были использованы границы другого рода – разделяющие области влияния процессов, не выраженные в рельефе перегибами (по В.В. Ермолову [10] – границы, не совпадающие с перегибами поверхности). Этот тип границ распространен гораздо меньше. Например, такая граница (на наших картах она обозначается узким зигзагом) разделяет области одного генезиса, но различающиеся по характеру современных экзогенных процессов, которые в силу непродолжительности действия еще не привели к усложнению геометрии склонов. Подобная ситуация сложилась, например, в Южно-Чуйском хребте, где склон троговой долины, представляющий собой единую грань в рельефе, в разных своих частях подвергается процессам физического и биогенного выветривания, т.е. представляет собой то поверхность со сползающим вниз тонким чехлом мелкообломочного материала, то задернованную поверхность с совершенно иным микрорельефом. В случае, если покровный или висячий ледник имеет небольшую мощность, его граница даже на карте масштаба 1:25000 не отображается изгибом изолиний, позволяющим проводить линию тальвега или тылового шва. В этом случае также использовалась подобная граница. Другим примером использования границы такого рода может служить *постепенный* переход экзарационно-нивального склона в эрозионный в нижнем течении реки Кызкынояр (Северо-Чуйский хребет). В данном случае положение границы склонов разных генетических типов вынужденно устанавливается с большей степенью субъективности по сравнению с четко выраженными перегибами склонов, но, тем не менее, такой прием позволяет показать информацию о смене рельефообразующих процессов.

Согласно принципу *непересечения границ* на карте не должно быть участков, относящихся более чем к одному классу элементов. Соблюдение этого принципа потребовало выделить в отдельный тип объекты, которые в силу своих особенностей соединяют в себе черты нескольких генетических типов. Такой шаг позволяет “не терять” эти особенности, которые были бы утрачены в случае отнесения поверхности к одному из уже имеющихся типов. Необходимость ввести новый тип объектов впервые возникла при картографировании троговых долин Южно-Чуйского хребта,

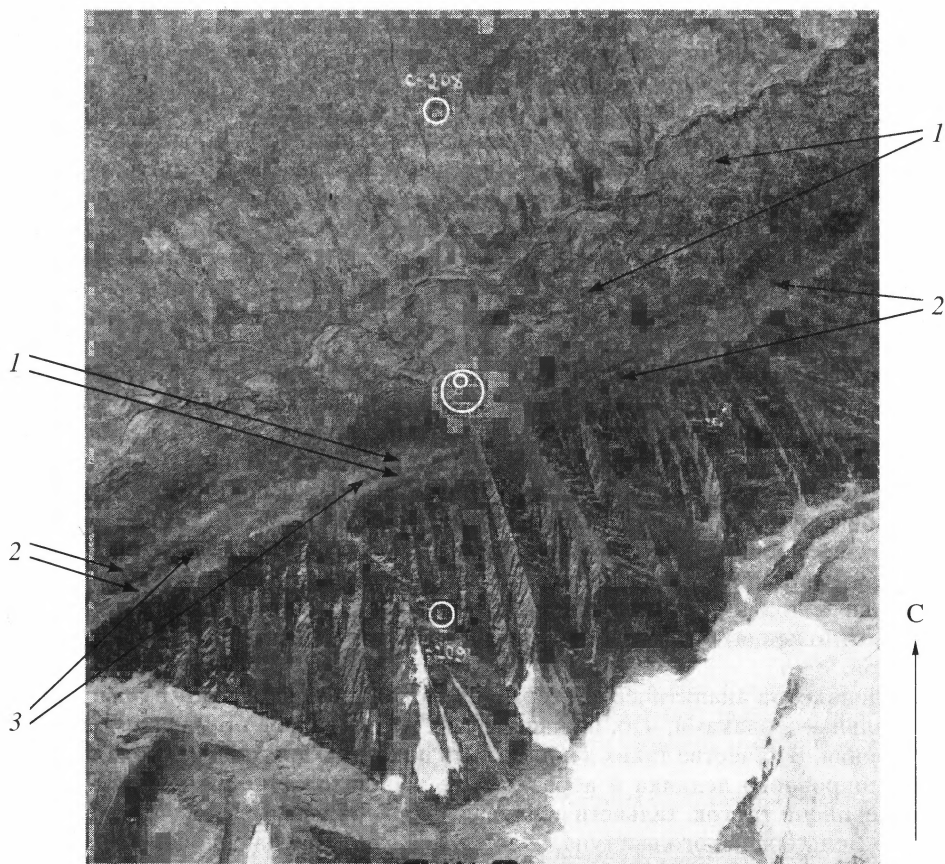


Рис. 4. Относительно небольшая мощность чехла присклоновых каменных глетчеров (1) на правом борту долины р. Талтура позволяет восстановить особенности погребенного под ними рельефа: фрагмент дна древней троговой долины (2) и разбивающего его на ступени продольного сброса (3)

в нижней части бортов которых распространен сплошной чехол склоновых отложений. Мощность этих наложенных покровов относительно невелика, и их поверхность повторяет в основных чертах все морфологические особенности подстилающего склона (рис. 4). Информация о его строении необходима как для установления границ вложенных трогов оледенений разного возраста, так и для анализа тектонических деформаций этих трогов (в долинах рек Талдура, Караюк, Верхний Тураюк). В то же время нельзя не отразить на карте присклоновые каменные глетчеры, формирование которых связано уже с современным климатом и экзогенными процессами. В этом же районе широко распространены привершинные денудационные склоны, обрамляющие фрагменты поверхности выравнивания в пределах неотектонических блоков, и тектоногенные склоны, положение которых позволяет определять границы этих блоков. Однако эти склоны в ряде случаев очень сильно преобразованы эрозионно-осыпными лотками, и их бывшее положение можно восстановить лишь по перегибам разделяющих лотки гребней. Поэтому был выделен тип объектов, положение которых осталось прежним или его еще можно восстановить, но их поверхность несет следы последующих преобразований (как аккумулятивного, так и денудационного характера). Это фрагменты поверхности выравнивания, покрытые шапками ледников в осевых частях хребтов, тектоногенные склоны и склоны троговых долин, прикрытые фирном в верхнем поясе хребтов и сплошным чехлом камен-

ных глетчеров в средних их частях; тектоногенные и привершинные денудационные склоны, претерпевшие ледниковую экзарацию или эрозионное расчленение, ледниковые склоны со следами обработки водными потоками при прорыве палеоозер. Этот список может дополняться или сокращаться в зависимости от преобладания тех или иных типов процессов в конкретном районе, на который составляется карта. Такие объекты показываются чередующимися полосами, цвет и ширина которых указывает первоначальный генезис подстилающей поверхности (более широкие полосы) и тип вторичных процессов или отложений (более узкие полосы). Этот прием впервые был использован нами при составлении геоморфологической карты бассейна реки Чаган-Узун и в дальнейшем широко применялся при картографировании района западного обрамления Курайской впадины (составители Новиков И.С., Агатов А.Р.). Буквенное обозначение таких объектов представляет сумму обозначений первичных и наложенных процессов. Другой прием показа наложенных процессов на цветной карте – использование штриховки, накладываемой поверх цвета, обозначающего генезис подстилающей поверхности, на область распространения вторичных процессов. При этом усиление информации о наличии таких процессов наряду со штриховкой может быть предпринято за счет использования другого оттенка основного цвета для подстилающей поверхности.

Чередованием полос разной окраски показываются также поверхности с трудно расчленяемым в данном масштабе типом отложений, например, коллювиально-пролювиальные склоны; в этом случае ширина красновато-коричневых полос (коллювиальные отложения) и лимонно-желтых полос (пролювиальные отложения) делается равной.

Часть данных на аналитической геоморфологической карте может быть показана специальными знаками, что, на наш взгляд, не противоречит главному принципу ее построения. В качестве таких данных были показаны друмлины и ложбины выпавивания покровного ледника и абразионные уровни палеоозер в Сорлукольской котловине, плечи трогов, тальвеги спилвеев, эвразийские котлы на склонах долины Чуи ниже Бельгебашского выступа, участки ряби течения на склонах и днище долины Чуи, валы конечных морен, приразломные рвы. Такой прием позволяет акцентировать внимание на тех особенностях рельефа, которые могут быть особенно необходимы для дальнейших построений палеогеографических, морфотектонических и ряда других тематических карт и схем.

Выводы

Наиболее оптимальным способом отображения рельефа сложно устроенных участков земной коры (горных районов) на картах крупного масштаба является картографирование не форм рельефа и их типов, а составляющих их граней. При этом придание генетической нагрузки морфологической модели делает ее более информативной, не мешая восприятию размеров и очертаний граней.

Разнообразие процессов, отраженных в рельефе Горного Алтая, потребовало введения на геоморфологической карте как дополнительного типа границ (помимо морфометрических), так и специального обозначения элементов рельефа, положение которых может быть определено под отложениями последующего образования или восстановлено по фрагментам, сохранившимся при разрушении граней. Эти новые приемы могут быть использованы в картографировании не только горных районов, но и любых других территорий со сложной историей развития рельефа.

1. *Агатов А.Р.* Эволюция рельефа бассейна реки Чаган-Узун в кайнозой: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск: ОИГТМ СО РАН, 1999. 20 с.
2. *Окишев П.А.* Древние приледниковые озера Чуйской и Курайской котловины // Гляциология Алтая. Томск: 1976. Вып. 11. С. 3–8.
3. *Бутвиловский В.В.* Катастрофические сбросы вод ледниково-подпрудных озер Юго-Восточного Алтая и их следы в рельефе // Геоморфология. 1985. № 1. С. 65–74.
4. *Рудой А.Н.* К истории приледниковых озер Чуйской котловины в Горном Алтае // М-лы гляциол. исслед.: Хроника. Обсуждения. 1981. Вып. 41. С. 213–218.
5. *Carling P.A.* A preliminary paleohydraulic model applied to late Quaternary gravel dunes: Altai Mountains, Siberia // Global Continental Changes: the Context of Palaeohydrology. Geological Society Special Publication. 1996. № 115. P. 165–179.
6. *Новиков И.С., Парначев С.В.* Морфотектоника и эффекты функционирования позднечетвертичных палеозер в долинах и межгорных впадинах Юго-Восточного Алтая // Геология и геофизика. 2000. Т. 41. № 2. С. 227–238.
7. *Ефремов Ю.К.* Опыт морфологической классификации элементов и простых форм рельефа // Вопр. географии. М.: 1949. Вып. 11. С. 47–64.
8. *Борисевич Д.В.* Универсальная легенда для геоморфологических карт // Землеведение. 1950. № 3. С. 169–182.
9. *Спиридонов А.И.* Геоморфологическое картографирование. М.: Географгиз, 1952. 187 с.
10. *Ермолов В.В.* Генетически однородные поверхности в геоморфологическом картировании. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1964. 42 с.
11. *Новиков И.С.* Геоморфологическое строение Курайской впадины: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск: ИГ СО АН СССР, 1989. 16 с.
12. *Высоцкий Е.М.* Геоморфология и неотектоника Прителецкого района Северо-Восточного Алтая: Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Новосибирск: ИГ СО РАН, 1997. 16 с.
13. *Ласточкин А.Н.* Результаты совершенствования систематики элементов земной поверхности // Геоморфология. 1998. № 1. С. 10–20.
14. *Ласточкин А.Н., Челпанов М.Ю.* Результаты совершенствования содержания и легенды морфологической карты // Геоморфология. 1998. № 2. С. 34–42.
15. *Башенина Н.В., Леонтьев О.К., Пиотровский М.В., Симонов Ю.Г.* Методическое руководство по геоморфологическому картированию и производству геоморфологической съемки в масштабе 1 : 50000 – 1 : 25000. М.: Изд-во МГУ, 1962. 202 с.
16. *Ермолов В.В.* Вопросы составления геоморфологических карт при среднемасштабной комплексной геологической съемке северных районов. Л.: Изд. ин-та геол. Арктики, 1958. 35 с.
17. *Стрелков С.А.* О двух принципиальных направлениях в геоморфологическом картировании и принятии общих геоморфологических карт // Геология и геофизика. 1960. № 5. С. 73–80.
18. *Ганешин Г.С., Соловьев В.В., Чемяков Ю.Ф.* Типовая легенда для геоморфологических карт разных масштабов / Метод. рук-во по геоморфологическим исслед. Л.: Недра. Ленингр. отд-ние, 1972. 17 с.
19. *Дедков А.П., Бабанов Ю.В.* Об отражении тектонического и климатического факторов развития рельефа на среднемасштабных геоморфологических картах равнин // Геоморфологическое картирование. М.: Наука, 1978. С. 30–33.
20. *Тимофеев Д.А.* Элементарные морфологические единицы как объект геоморфологического анализа // Геоморфология. 1984. № 1. С. 19–29.
21. *Лунгерсгаузен Г.Ф., Раковец О.А.* Некоторые новые данные о стратиграфии третичных отложений Горного Алтая // М-лы по регион. геологии. Геология и геоморфология складчатых областей Сибири и Средней Азии. М.: Госгеолтехиздат, 1958. С. 79–91.
22. *Лунгерсгаузен Г.Ф., Раковец О.А.* О границе третичной и четвертичной систем на Горном Алтае // М-лы Всесоюз. совещ. по изуч. четвертичного периода. М.: Изд-во АН СССР, 1961. Т. 3. С. 229–237.
23. *Девяткин Е.В.* Кайнозойские отложения и неотектоника Юго-Восточного Алтая. М.: Наука, 1965. 244 с.
24. *Зыкин В.С., Казанский А.Ю.* Стратиграфия и палеомагнетизм кайнозойских (дочетвертичных) отложений Чуйской впадины Горного Алтая // Геология и геофизика. 1995. Т. 36. № 10. С. 75–90.
25. *Косыгин Ю.А.* Основы тектоники. М.: Недра, 1974. 215 с.
26. *Чиков Б.М.* Основы методологии тектонического районирования. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1985. 156 с.

LARGE-SCALE GEOMORPHOLOGICAL MAPPING OF MOUNTAIN REGIONS (THE ALTAI AS AN EXAMPLE)

A.R. AGATOVA

S u m m a r y

Relief of mountain areas has very complicated pattern due to interaction between active tectonics and wide range of exogenous processes. Large scale geomorphological mapping based on aerial pictures and satellite images is the most effective and cheap way to determine the sequence and conditions of land-forms rise in these regions. The author considers operational principles of analytical geomorphological mapping and methodical approaches that had been developed in the process of some Mountain Altai regions mapping. They include the use of boundaries of new type (which are not similar to slopes' bend) and new designation for objects that unite characteristics of different genetic types.