

ГЕОГРАФИЯ

УДК 551.4 : 168.551.4.012 (239.9)

А. Н. Ласточкин

**СИСТЕМНО-МОРФОЛОГИЧЕСКИЙ ПОДХОД
К ОПРЕДЕЛЕНИЮ СЛОЖНЫХ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ОБРАЗОВАНИЙ
(В СВЯЗИ С КАРТОГРАФИРОВАНИЕМ ПОДВОДНО-ПОДЛЕДНОГО РЕЛЬЕФА
АНТАРКТИКИ). II.
СИСТЕМАТИКА ГЕОМОРФОСИСТЕМ¹**

Общими особенностями в системно-морфологическом подходе к определению, систематике и картографированию элементарных и состоящих из них сложных образований или форм земной поверхности (ЗП) являются: 1) поиск единства во всем их многообразии и многогранности; 2) наиболее полный охват всех возможных вариантов тех и других с их исчерпывающей и строгой характеристикой. Эти особенности не только не противоречат, но и взаимно дополняют друг друга. Первая из них направлена на всегда сопровождающее моделирование (в нашем случае картографирование) обоснованное *упрощение реальности* за счет как «обуздания многообразия» геоморфологических объектов, так и «обуздания многогранности» – выбора из большого количества характеризующих каждого из них аспектов (сторон) лишь тех, которые являются общими и окажутся важнейшими (определяющими) для последующего их морфодинамического анализа и истолкования. При элементаризации ЗП такое упрощение удалось осуществить через конструирование познавательной морфологической системы в виде параметрической формы ее задания [1, 2]. Установление четырех взаимосвязанных геоморфологических параметров ЗП, выступающих в роли количественных критериев систематики элементов, позволило ограничить как в смысле их многообразия, так и в отношении необходимых и достаточных характеристик при их определениях. Необходимость и достаточность обеспечили вторую особенность системно-морфологического подхода.

При этом не произошло грубого «гносеологического насилия» над геоморфологической действительностью или природой, что подтвердил онтологический контроль за осуществленными процедурами, в результате которых выявлено конечное множество формализованных элементов, необходимое и достаточное для описания и картографирования рельефа на низшем мерономическом [3] или аналитическом уровне. Подавляющее большинство этих элементов эмпирически выделялось и ранее, но по-разному называлось и определялось в геоморфологической литературе. «Обуздание их многообразия» практически свелось лишь к их формализации и систематике, подготовленной всем предшествующим опытом и знаниями в традиционной геоморфологии. Естественно, что системно-морфологический подход к определению, систематике и на этой основе – к картографированию, структурному анализу и морфодинамическому истолкованию состоящих из элементов более сложных объектов

¹ Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 03-05-64198).

Таблица 1. Систематика геоморфосистем (форм земной поверхности)

№ строки	Классификация платформенных дислокаций		Симметричные линии – сечения конуса	КРИТЕРИИ					
				Структура					
	по знаку	по форме		Внутренняя морфология – рисунки			Внешняя морфология – контур		
				горизонтальной	векторных линий	всех линий	Выгнутость	Замкнутость	Горизонтальная кривизна
1	2	3	4	5	6	7	8	9	
1	Положительные	Изометричные, округлые	Окружность	Концентрический	Радиально-центробежный	Радиально-концентрический	Изометричный	Замкнутый	Выпуклый
2		Брахиформы	Эллипс	Эллипсо-видный	Гиперболовидный	Гиперболовидно-эллипсо-видный	Выгну-тый		
3		Гемиформы	Парабола	Параболо-видный	Антистреловидный	Антистреловидно-параболо-видный	Выгну-тый	Односторонне открытый	Выпукло-прямолинейный
4									
5	Однокрылые	Прямая	Поперечно-прямолинейный	Продольно-прямолинейный	Решетчатый	Линейно-склоновый	Всесторонне открытый	Прямолнейный	
6									
7									
8									
9	Отрицательные	Гемиформы	Парабола	Параболо-видный	Стреловидный	Стреловидно-параболо-видный	Линейно-сетевой	Односторонне откры-тый	Вогнуто-прямолинейный
10									
11		Брахиформы	Эллипс	Эллипсо-видный	Гиперболо-видный	Гиперболо-видно-эллипсо-видный	Замкнутый	Вогнутый	
12		Изометричные, округлые	Окруж-ность	Концен-трический	Радиально-центростремительный	Радиально-концентрический			
13	Сочленяющие	Сопря-женные гипербо-лы	Сопряженно-гиперболический				Изоме-тричный	Замкну-тый	Выпукло-вогнутый
14							Выгну-тый	Двусторонне открытый	Прямолнейный
15									

СИСТЕМАТИКИ						Полная группа, определения и обозначения								
Состав						Геоморфосистемы, выделенные				Общее определение и индекс				
Площадные элементы – доминанты				Точечные и линейные элементы симметрии – детерминанты		по знаку и форме в плане		по форме поперечного профиля		<i>a-c, c-a, b-b</i>	+5, 6-			
<i>P</i>				<i>L</i>		<i>C</i>								
10	11	12	13	14	15	16	17	18		19	20	21		
<i>P</i>	<i>P_{0-n}</i>	<i>c-a</i>		-	<i>C₀⁺</i>	<i>A</i>	Положительные	<i>(c-a)</i> – островершинные <i>(a-c)</i> – пологовершинные <i>(b-b)</i> – ломановершинные		<i>(+5)</i> – плосковершинные	<i>A-I (c-a)</i>	<i>A-I (+5)</i>		
		<i>a-c</i>									<i>A-I (a-c)</i>			
<i>b-b</i>	<i>A-I (b-b)</i>													
<i>P_{1-n}</i>	<i>a-c</i>	<i>c-a</i>	<i>L_{1; L₁}</i>	<i>C₁₋₁</i>	II – брахи-формы			<i>(c-a)</i> – острогребневые			<i>A-II (c-a)</i>	<i>A-II (+5)</i>		
		<i>a-c</i>			III – вытянутые геми-формы	<i>(a-c)</i> – пологогребневые	<i>A-II (a-c)</i>							
<i>P̄ / P̄</i>	<i>P_{1-n}</i>	<i>a-c</i>	<i>L₁</i>	-	IV – линейно-сетевые формы	<i>(b-b)</i> – ломаногребневые	<i>A-III (c-a)</i>	<i>A-III (+5)</i>						
		<i>b-b</i>			<i>(a-c)</i> – пологогребневые	<i>A-III (a-c)</i>								
<i>P̄</i>	<i>P₅₋₅</i>	<i>c-a</i>	-		-	<i>B</i>	Линейно-склоновые	<i>(c-a)</i> – вогнутые <i>(a-c)</i> – выпуклые <i>(b-b)</i> – прямолинейные		-	<i>B-V (c-a)</i>			
		<i>a-c</i>									<i>B-V (a-c)</i>			
		<i>b-b</i>									<i>B-V (b-b)</i>			
		<i>P₅₋₆</i>									<i>c-a</i>		<i>a-c</i>	<i>L_{5; L₆}</i>
<i>a-c</i>	<i>B-VI (a-c)</i>													
<i>P̄</i>	<i>P₆₋₅</i>	<i>b-b</i>	<i>L_{2; L₂}</i>	<i>C₂₋₂</i>	VII – ступень	<i>(a-c)</i> – выпуклые	<i>B-VI (b-b)</i>							
		<i>a-c</i>			VIII – терраса	<i>(b-b)</i> – прямолинейные	<i>B-VII (c-a)</i>							
<i>P̄ / P̄</i>	<i>P_{m-2}</i>	<i>c-a</i>	<i>P₆</i>	<i>L₂</i>	-	<i>C</i>	Отрицательные	<i>(b-b)</i> – ломанокилевые формы	<i>(6-)</i> – плоскодонные		<i>C-IV (b-b)</i>	<i>C-IV (6-)</i>		
		<i>a-c</i>									<i>C-IV (a-c)</i>			
<i>P̄</i>	<i>P_{m-0}</i>	<i>b-b</i>	<i>L_{2; L₂}</i>	<i>C₂₋₂</i>	III – вытянутые геми-формы			<i>(c-a)</i> – пологокилевые			<i>C-III (b-b)</i>	<i>C-III (6-)</i>		
		<i>a-c</i>			II – брахи-формы			<i>(a-c)</i> – острокилевые			<i>C-III (c-a)</i>			
<i>P̄ / P̄</i>	<i>P_{1-n}</i>	<i>c-a</i>	<i>P₆</i>	<i>L_{2; L₂}</i>	<i>C₂₋₂</i>	I – изометричные формы	<i>(b-b)</i> – ломановершинные <i>(c-a)</i> – пологовершинные <i>(a-c)</i> – островершинные	<i>C-III (a-c)</i>	<i>C-III (6-)</i>					
		<i>a-c</i>				<i>(b-b)</i> – ломановершинные <i>(c-a)</i> – пологовершинные <i>(a-c)</i> – островершинные	<i>C-II (b-b)</i>							
<i>P̄</i>	<i>P_{m-0}</i>	<i>b-b</i>	<i>L_{2; L₂}</i>	<i>C₂₋₂</i>	<i>C₀</i>	IV – линейно-сетевые формы	<i>(b-b)</i> – ломанокилевые формы	<i>C-II (c-a)</i>	<i>C-II (6-)</i>					
		<i>a-c</i>				<i>(c-a)</i> – пологокилевые	<i>C-II (a-c)</i>							
<i>P̄ / P̄</i>	<i>P_{1-n}</i>	<i>c-a</i>	<i>P₆</i>	<i>L_{2; L₂}</i>	<i>C₁₋₂</i>	<i>D</i>	Сопряженные	<i>(c-a)</i> – острогребневые <i>(a-c)</i> – пологогребневые <i>(b-b)</i> – ломаногребневые		-	<i>D-IX (c-a)</i>	<i>D-IX (6-)</i>		
		<i>a-c</i>									<i>D-IX (a-c)</i>			
<i>P̄</i>	<i>P_{1-m}</i>	<i>b-b</i>	<i>P₅</i>	<i>L₁</i>	-			XI – пороги			<i>(c-a)</i> – острогребневые <i>(a-c)</i> – пологогребневые <i>(b-b)</i> – ломаногребневые	<i>(+5)</i> – плосковершинные	<i>D-X (c-a)</i>	<i>D-X (+5)</i>
		<i>a-c</i>									<i>(b-b)</i> – ломанокилевые <i>(c-a)</i> – пологокилевые <i>(a-c)</i> – острокилевые	<i>(6-)</i> – плоскодонные	<i>D-X (a-c)</i>	
<i>P̄</i>	<i>P_{m-2}</i>	<i>c-a</i>	<i>P₆</i>	<i>L₂</i>	-	XII – проходы	<i>(b-b)</i> – ломанокилевые <i>(c-a)</i> – пологокилевые <i>(a-c)</i> – острокилевые	<i>(6-)</i> – плоскодонные	<i>D-X (b-b)</i>	<i>D-XI (6-)</i>				
		<i>a-c</i>					<i>(b-b)</i> – ломанокилевые <i>(c-a)</i> – пологокилевые <i>(a-c)</i> – острокилевые	<i>(6-)</i> – плоскодонные	<i>D-XI (a-c)</i>					

(форм ЗП) – должен встретить и большие трудности. Они обусловлены прежде всего необходимостью привлечения двух главных критериев систематики геоморфосистем (ГМС), которые не использовались на уровне изучения элементов, – состава и структуры ГМС (табл. 1).

Ограничения в орографических классификациях и терминологии. Учитывая опыт системно-морфологических исследований и в основном структурного анализа ЗП, обязательный при системных исследованиях принцип упрощения на более высоком мерономическом [3] (геоморфосистемном) уровне может быть реализован за счет: а) ограничения количества орографических категорий и признаков их различия друг от друга; б) оправданного замещения обширной, но совершенно необязательной традиционной орографической терминологии строгим символическим языком, совместимым с языком, на котором уже определены категории низшего мерономического уровня – группы и виды элементов, составляющих формы ЗП; в) конструирования полной группы или конечного множества не реальных форм ЗП, так как их множество бесконечно и необъятно, а их идеальных образов (ГМС), совокупности которых могут быть строго соотнесены со всеми встречаемыми в природе реальными орографическими образованиями.

По своей болезненности и даже рискованности перечисленные процедуры можно сравнивать с действиями медиков в рамках хирургии или, как иногда ее называют, «медицины отчаяния», к которой прибегают при отсутствии другого выхода. Они оправданы тем глубоким кризисом, в котором находится сейчас геоморфология (некоторые ведущие геоморфологи, в частности Д. А. Тимофеев, это состояние отрицают, уходя от решения главных проблем науки к ее дальнейшей периферии, например, к «эстетической геоморфологии»). Кризис проявляется в ее терминологической запутанности и полной утрате определенности даже важнейших понятий. При этом традиционные методы, которые можно сравнить с «интенсивной терапией», бессильны или просто отсутствуют, и альтернатива системно-морфологическим исследованиям не создается. Прежде всего это относится к архаичной орографической терминологии с «размытыми» категориями форм ЗП без четко установленных их естественных границ и каких-либо общепринятых «доведенных до рабочего состояния» классификаций.

Неизбежный при системных исследованиях риск формализации, модельных упрощений и замены реальных объектов их идеальными образами может быть сведен к минимуму. Это достижимо в результате, во-первых, «неусыпного» онтологического контроля за проведением данных процедур и, во-вторых, использования наиболее эффективного при изучении сложных систем учения о симметрии, рожденного в недрах не математики, а естествознания и поэтому ориентированного на регистрацию, описание, оценку и динамическое истолкование не только различных, но и редких «правильностей» в природе и многообразных отклонений от них.

Из названных выше [3] признаков классификаций форм ЗП прежде всего исключается *таксономический принцип*, так как при всей очевидности их габаритных различий среди них отсутствуют естественно выделяющиеся таксоны. Этот принцип «не работает», несмотря на все попытки выделения искусственно навязываемых рельефу ЗП таксономических уровней в виде фигурирующих до сих пор в учебной литературе (Я. С. Эдельштейн, 1947; И. В. Живаго, В. В. Пиотровский, 1971; О. К. Леонтьев, Г. И. Рычагов, 1979, и др.) слов «форма», «рельеф» с добавлением в них буквосочетаний «нано-», «микро-», «мезо-», «макро-», «мега-». К таким же попыткам относится предложение смешанных габаритно-генетических категорий И. П. Герасимова и Ю. А. Мещерякова (1960 г.), от использования которых со временем осталось лишь генетическое содержание (морфоскульптура, морфоструктура и геотектура, созданные соответственно экзо-, эндогенными и планетарными процессами), и потому пришлось полностью отказаться от габаритных различий данных категорий. Морфоскульптурные образования (например, конуса выноса на континентальном подножии и ложе океана) часто бывают больше морфоструктурных, а среди геотектур сейчас выделяются такие малые формы, как «миниокеаны» и «миниконтиненты» (см. [1–3]). Так как никаких ограничений по размерам выделяемых категорий в габаритных классификациях не существует, говорить о каких-либо универсальных (приложимых к любому рельефу) таксонах или таксономических уровнях не приходится. Кроме того, использование *указанного признака противоречит масштабной универсальности большинства категорий* в науках о Земле в целом [2], в геоморфологии в частности [1], имеющих отношение не только к элементам (пойма, уступ, подножие, плоская вершина и т.д.), но и ко многим формам (гора, долина, склон, впадина, терраса и др.), а также к более сложным геоморфологическим образованиям (лестница террас, конечно-моренный комплекс и т.п.) и общим категориям геоморфологии (элемент, форма ЗП, морфоскульптура, геоморфологическая триада и многое другое).

Другой признак, ранее неточно названный *принципом соподчиненности форм*, по которому, казалось бы, можно различать сложные (составные) и осложняющие их простые формы ЗП [1], существенно трансформирован в связи с тем, что все формы в конце концов являются сложными, так как, по определению, состоят из элементов ЗП, каждый из которых, в свою очередь, осложнен значительно более мелкими образованиями в соответствии с повторяющимися мерономическими триадами [3]. В рамках последних проявляется соподчиненность друг другу не форм, а меронов. Ограничение действия этого принципа в прежнем его понимании картой одного масштаба вызывает ряд неоднозначных представлений, вытекающих из разной изученности изображенной на ней территории, различной контрастности сложных и осложняющих их подчиненных форм и т.д. Таким образом, в предлагаемой систематике *фиксируется подчиненность не форм ЗП друг другу, а меронов: элементов – той картируе-*

мой и изучаемой ГМС, которую они составляют, и данной ГМС – надгеоморфосистеме или элементу последующей триады, входящему в состав более крупной ГМС.

Переходя к исключению отдельных орографических терминов, следует указать, что многие из них, чаще всего используемые на ограниченных территориях, исторически приобрели габаритные ограничения и могут применяться для обозначения только относительно небольших образований (лоб, пригорок, пирамида, кочка, бугор и др.). В связи с их *габаритной ограниченностью* они не могут быть включены в системно-морфологическую терминологию, претендующую на габаритную универсальность, обусловленную масштабной инвариантностью элементов и состоящих из них форм.

Подобно этому, из-за *генетической ограниченности* следует исключить специфические термины, узко используемые в отношении разновидностей форм, название которых жестко ассоциируется с условиями, факторами и агентами, ответственными за их происхождение. К ним, в частности, относятся слова «морена», «кам», «оз», «взвесь», относящиеся к формам, созданным в условиях субаквального рельефообразования. Для данных терминов могут быть предложены синонимы, имеющие сугубо орографическое звучание и более универсальное значение (гора, увал, проход и др.). Не относятся к числу исключаемых такие термины, которые хотя и отражают механизм создания (развития) форм, но не указывают на ответственный за них агент рельефообразования, например конус выноса (оврага или балки, горной реки, на континентальном подножии), отличающийся от слова «конус», обозначающего курган или вулкан. Следует вывести *термины местного употребления*, отличающийся от слова «конус», названия оврагов (абалы в Рязанской и Московской губерниях, байраки в южных районах России, барак на Алтае, буграки на Волге) или хребтов (белки на Алтае, голцы в Восточной Сибири).

Естественно, что в понятийно-терминологической системе орографии не должно быть места *терминам, которые заняты для обозначения элементов ЗП* (вершина, площадка, уступ и т.д.). Это не исключает использования предложенных ранее [1, 2] символов элементов – доминантов и детерминантов в определении и индексах включающих их форм ЗП или ГМС (см. табл. 1, графы 10–15, 20, 21).

Однако большое количество традиционных терминов, которые имеются в распоряжении отечественной геоморфологии (табл. 2), и вся их совокупность не обеспечивают не только строгость описания и определенность их понимания, но и учет всего многообразия форм в реальном рельефе, а также необходимую полноту их характеристики. Часто термины дублируют друг друга или, наоборот, обозначают совершенно разные в морфологическом (а следовательно, и в генетическом, динамическом, функциональном и др.) отношении формы ЗП. Последнее особенно часто имеет место в англоязычной литературе. В то же время существуют формы, для которых общепринятые или хотя бы узко ограниченные названия отсутствуют. И если на аналитическом уровне системно-морфологических исследований в рамках онтологического контроля многим символически обозначенным элементам могут быть подобраны какие-либо геоморфологические термины [1, 2], то в связи со всеми перечисленными обстоятельствами на следующем по сложности мерномическом уровне приходится прибегать при создании строго понятийно-терминологического аппарата – формализации ГМС – практически к полному замещению вербальной формы на символическую. Используемыми в геоморфологии и структурной геологии словами можно назвать только категории ГМС (см. табл. 1, графы 16, 17), а не их отдельные разновидности, полное определение и индекс которых приводятся в графах 20 и 21 табл. 1.

Использование классификации пликативных дислокаций. К решению указанной выше геоморфологической проблемы должен быть привлечен обширный опыт классификации форм залегания слоев (пликативов), накопленный в геотектонике и нефтяной геологии, учитывая, что здесь мы имеем дело с одной и той же категорией поверхностей – поверхностями топографического порядка [1, 2]. Целесообразность его использования обусловлена высоким уровнем эмпирических исследований в этом направлении, связанных с практическим важным делом оценки запасов и перспектив нефтегазоносности структурных ловушек и зон нефтегазоаккумуляции.

Следует также иметь в виду, что одна и та же задача решается орографией на очень сложном для анализа материале по многообразному и часто контрастному рельефу ЗП, а структурной геологией – на совокупности относительно простых частных складок, выраженных в (структурных) поверхностях напластования и развитых большей частью в осадочной толще на платформах. Такое «естественное» (онтологическое, а не модельное – гносеологическое) упрощение исходных данных обеспечило структурной геологии гораздо большую успешность в ее решении, что отразилось в создании общепринятой классификации платформенных пликативных дислокаций (см. табл. 1, графа 1), которую следует ис-

использовать и развить в геоморфологии. Однако приложение данной классификации к формам ЗП требует введения ряда *поправок*.

Таблица 2. Соотношения традиционных орографических терминов с индексами ГМС

№ строки	Общее определение	Названия
1	A-I (a-c)	Холм (hill, knoll), курган, лоб, сопка, кочка, голец
2	A-I (b-b)	Конус (fan), пирамида
3	A-I (c-a) (b-b)	Пик (spike), игла
4	A-I (+5)	Гайот (guyot)
5	A-I	Вершина, скала, высота, возвышенность (height)
6	A-II (a-c)	Увал, гряда, [русловой, береговой, краевой, океанический и др.] вал (rise, swell), сельга
7	A-II (b-b)	Куэста
8	A-II (c-a)	Кордильера, сьерра, хребет
9	A-II	Горная цепь
10	A-III (+5)	Краевое (маргинальное) плато
11	A-III	Выступ, конус выноса, мыс
12	A-IV (+5)	Плакор
13	A-IV	Отрог, водораздел, междуречье, водораздельная сеть
14	A-I, II, III (+5)	Нагорье, [высокая, нагорная, морская] равнина (plain), плато (plateau), риф (reef)
15	A-I, II, III	Горный массив, горная страна, горная область, поднятие (swell, rise), останец, гора (mountain, seamount), мель (shoal), высокогорье (highland)
16	B-V	Обрыв, бровка склона, край, изгиб, выпуклый перегиб
17	B-VI	Ступень (escarpment)
18	B-VII	Терраса (terrace)
19	B-VIII	[Наклонная, предгорная] равнина, подол, прилавки, предгорная ступень, вогнутый перегиб, тыловой шов, подошва, взгиб
20	C-I	[Ледниковый, оползневой] цирк, ендова, воронка
21	C-II	Ложбина, бродина, рывтина, рифт (rift), [глубоководный] желоб (trench), канал (channel)
22	C-III (6-)	Краевой желоб, залив (bay), амфитеатр, бухта (fake)
23	C-III	Кар
24	C-I, II, III	Абиссальная равнина (abyssal plain)
25	C-IV	[Речная, подводная, абиссальная] долина (valley), трог (trough), долинная или речная сеть, овраг, балка, лог, распадок, суходол
26	C-I, II, III	[Межгорная, внутригорная, океаническая, озерная, окраинного моря] котловина (basin, mulde), впадина (deep, cavity), низменность, западина, депрессия (depression)
27	D-IX	Седло, перевал
28	D-X (+5)	Межгорное плато
29	D-X	Порог (rise), перешеек, поперечный хребет
30	D-XI	[Горный, морской] проход (passage, gap, channel), дефиле (defile), промоина, узость, ворота, пролив (strait)

Первая имеет отношение к наличию (и даже господству) в ЗП, как и в любом погребенном рельефе, не относящимся к структурным поверхностям напластования, значительного количества *линейно-сетевых форм*, составляющих сети долинного и наддолинного (водо- и ледоразделы) рельефа. Вторая поправка заключается в игнорировании *разделения пликативов по таксономическому признаку* на так называемые порядки, которое не выдержало испытания временем и отвергнуто многими тектонистами (см. [2]). Третья поправка касается трактовки понятия о *брахиформах*. В независимости от толкования этого понятия в тектонике в орографии под ними понимаются все не только вытянутые, но и линейные (сильно вытянутые) формы, так как какие-либо строгие и универсальные критерии их различения между собой отсутствуют и к ним никак нельзя отнести удлиненность – отношение короткой оси к длинной. В целом контуры вытянутых в плане ГМС (см. табл. 1, графа 7) называются эллипсовидными (см. табл. 1, графа 4, строки 2, 11), полученными в результате любого, равномерного (эллипс) и неравномерного, сжатия окружности. Отличительная и объединяющая сторона всех относящихся к данной категории ГМС заключается в подчиненности их строения трем элементам симметрии: длинной и короткой осям и точке их пересечения. В соответствии с этим же принципом называются параболовидные рисунки. Четвертая поправка относится к так называемым *гемиформам*. Частица «геми-» понимается не как «полу-» форма – половина изометричного или вытянутого контура (в этом смысле она бы относилась к определенному виду не симметрии, а диссимметрии, например Шучьинского полусвода), а как незамкнутая вытянутая форма.

Структурные критерии систематики ГМС. Таким образом, из опыта классификации платформенных дислокаций с принятыми поправками нами используется разделение форм поверхностей топографического ряда по двум структурным признакам – знаку и форме в плане (см. табл. 1, графы 1, 2). Они являются внешним отражением внутреннего строения формы, континуально выраженного в рисунках горизонталей и/или перпендикулярных им векторных линий по ЗП (см. табл. 1, графы 4–6). Различение форм по данным структурным признакам заключается в отнесении их к одному из возможных (конечному множеству) законов или вариантов их строения (составления) – взаимных пространственных (и отраженных в нем функциональных, динамических, возрастных и других) соотношений составляющих их элементов. На картографических и других моделях такие варианты строения в идеале выражаются в виде совокупности – рисунков векторных линий и перпендикулярных к ним линий равных высот или глубин (изогипс, изобат).

Каждый из названных вариантов прежде всего отличается друг от друга **знаком** – направленностью векторных линий по ЗП на положительные формах от центральных частей (сверху) к их периферии (вниз) и на отрицательных формах, наоборот, от периферии (сверху) к их центральному частям (вниз) формы. Для однокрылых или переходных ГМС понятия «центр» и «периферия», так же как «знак», смысла не имеют и направленность векторных линий соотносится только с понятиями «верх» и «низ». Деление форм на положительные (+), отрицательные (–), однокрылые или нейтральные (0) по знаку используются в тектонике [4]. К ним соответственно относятся шиты, кряжи, гряды, антеклизы, мегавалы, валы, своды, горсты, брахиантиклинали, купола («+»), плиты, перикратонные опускания, синеклизы, желоба, авлокагены, впадины, прогибы, котловины, грабены, мульды («–»), моноклинали, уступы, ступени («0»). Там же выделяются так называемые сочленяющие структурные формы: седловины, перемычки и пережимы, которые могут соединять положительные и разделять отрицательные образования или, наоборот, соединять отрицательные и разъединять положительные (их знак «±»).

Вторым важнейшим структурным признаком являются **рисунки горизонталей и перпендикулярных к ним векторных линий** по ЗП в пределах контуров ГМС. Идеальные

разновидности рисунков первой категории известны со школьной скамьи в качестве совокупности или конечного множества конических сечений: окружностей, эллипсов, гипербол, парабол и прямых. На картах поверхностей топографического ряда (в частности, на структурных) эти совокупности представлены относительно простыми рисунками «вложенных друг в друга» стратоизогипс и их фрагментов: а) концентрическими рисунками, составленными линиями центрального типа (окружностями, эллипсами, гиперболами) с едиными центрами; б) коаксиальными или соосными рисунками линий нецентрального типа, симметричными осям парабол и оси трансляций, составляющие в комплексе параллельные прямые линии. По данным рисункам и контурам пликативные дислокации однозначно могут быть разделены на изометричные, брахиформы, гемиформы и однокрылые. Для сочленяющих пликативных дислокаций характерны две серии сопряженных гипербол, имеющих общий центр и общие оси. При этом действительная ось одной из серий является мнимой осью для другой серии гипербол.

С концентрическим, эллипсовидным и параболовидным рисунками горизонталей соотносятся радиальные (центробежные на положительных и центростремительные на отрицательных формах), гиперболовидные и стреловидные рисунки векторных линий (см. табл. 1, графа 5). К последним, названным в соответствии с видом симметрии, которым они подчиняются (так называемая «симметрия стрелы»; см. [1]), причисляются стреловидный или нормальный рисунок векторных линий (в котором «оперение стрелы» совпадает по направленности с «острием ее наконечника», как в водосборных бассейнах) и антистреловидный рисунок, в котором эти две составляющие стрелы разноориентированы (например, в «водоразборных зонах» на выступах, отрогах или конусах выноса). Идеальные рисунки, характеризующиеся только одним видом симметрии – трансляцией, относятся к поперечно- и продольно-прямолинейным. Для рисунков, составленных из двух типов линий (горизонталей и линий тока), за исключением решетчатых и сопряженно-гиперболических, предлагаются двойные названия (см. табл. 1, графа 6).

При практически полном совпадении результатов древнегреческой геометрии и обобщении данных о формах структурных поверхностей в современной структурной и нефтяной геологии независимость вторых от первых определяется не столько большим разрывом во времени, сколько общим господством эмпиризма в геологии, игнорирующим даже наиболее известные теоретические результаты. Таким образом, используя опыт геотектоники, была установлена [2] почему-то не замеченная геологами связь результатов сугубо эмпирических исследований, направленных на классификацию форм структурных поверхностей, с чисто теоретическими представлениями в геометрии о полной группе (конечном множестве) симметричных линий на плоскости – конических сечений (см. табл. 1, графы 2, 3). А ведь именно эта связь обеспечивает строгость решения задачи систематики форм любых поверхностей топографического порядка методами структурного анализа и учения о симметрии в рамках общего системно-морфологического основания наук о Земле.

Строгость элементаризации ЗП (формализации элементов) удалось достичь благодаря параметрической форме задания познавательной морфологической системы или совокупности связанных друг с другом количественных критериев систематики – четырех основных геоморфологических параметров ЗП: ее высоты как функции двух плановых координат, первой и второй производных от нее и горизонтальной кривизны ЗП [2, 3]. При определении и систематике состоящих из таких элементов ГМС достижение данной цели осуществляется без применения в качестве критериев их различения числовых показателей. Однако, несмотря на свою неметризуемость, используемые структурные признаки определения и систематики ГМС обладают необходимыми в системном подходе строгостью и однозначностью.

стью понимания. Они обеспечиваются установлением соотношений между элементами симметрии сравниваемых реальных и идеальных форм ЗП.

В отличие от предыдущего опыта дефиниций орографических форм за счет формального сложения их частных определений в рамках разобренных классификаций (см. выше), предлагаемая систематика обладает целостной системой классификационных критериев, в которой структурные (и как можно увидеть дальше, – номенклатурные) принципы различения ГМС взаимно связаны друг с другом. Прежде всего устанавливаются очевидные корреляции между внешними морфологическими характеристиками (контуров) ГМС: вытянутостью, замкнутостью и горизонтальной кривизной (см. табл. 1, графы 7–9), которые в геоморфологии (орографии) и структурной геологии уже давно используются в качестве критериев классификаций форм поверхностей топографического порядка. При этом речь везде идет об их идеальных контурах, отклонения от которых относятся к нарушениям симметрии – диссимметрии.

По *вытянутости* контуры подразделяются на изометричные, вытянутые, линейно-сетевые и линейно-склоновые. Различия между двумя последними категориями связаны с повсеместной неоднородной анизотропией рельефа и заключаются в том, что линейно-сетевые формы ориентированы в продольном или токовом направлении у структурной координатной сети [1, 2], по которому происходит или может потенциально осуществляться сток, а линейно-склоновые – в поперечном к нему направлении X . Вытянутые и изометричные формы являются первичными по отношению к только что названным образованиям, так что отражающие их горизонтали и векторные линии определяют простираание линейных форм.

Замкнутость (или открытость) контура является не менее важной в морфодинамическом отношении характеристикой ГМС. К полностью замкнутым относятся положительные, отрицательные и сочленяющие изометричные и брахиформы, к односторонне открытым (сверху – положительные, снизу – отрицательные) геми- и линейно-сетевые формы, к двусторонне открытым – формы, сочленяющие положительные (пороги) и отрицательные (проходы) орографические образования, к всесторонне – линейно-склоновые ГМС.

По *горизонтальной кривизне контура* выделяются выпуклые и выпукло-прямолинейные (положительные), вогнутые и вогнуто-прямолинейные (отрицательные), прямолинейные (линейно-склоновые и сочленяющие пороги и проходы), а также выпукло-вогнутые седловины.

Не менее тесная связь обнаруживается между внутренней (см. табл. 1, графы 4–6) и внешней (графы 7–9) морфологией форм, подтверждая слова И. В. Гете: «Нет ничего внешнего и внутреннего. Всякое внешнее и есть внутреннее» [5, с. 159]. В кристаллографии эта связь очевидна и не нуждается в комментариях, хотя внешние отклонения реальных кристаллов от идеальных фигур встречаются намного чаще, чем нарушения их внутренней структуры по отношению к идеальному строению кристаллов, относящихся к той или иной сингонии. В геоморфологии вопросом о соотношении внутренней и внешней морфологии форм ЗП никто не занимался.

Номенклатурные критерии систематики ГМС. Эти соотношения устанавливаются не только в результате визуального анализа внешнего контура и «континуального» рисунка двух типов линий, но и, что наиболее важно, жестко фиксируются между структурой (см. табл. 1, графы 4–9) и составом (графы 10–15) ГМС. Под составом понимается совокупность всех входящих в ГМС элементов, которые выявлены в рамках морфологической системы [1, 2]. Однако при систематике ГМС могут приниматься во внимание те из элементов, которые выступают в качестве их: а) детерминантов или определителей – элементов симметрии как классификационных признаков отнесения конкретной ГМС к той или иной категории;

б) доминантов – элементарных поверхностей (ЭП), господствующих по площади в границах данной ГМС. Наличие одних и преобладание других следует считать номенклатурными критериями систематики ГМС.

Доминантами могут быть только площадные элементы, господство которых однозначно различают ГМС в соответствии с важнейшими характеристиками ЭП: их положению по вертикали и крутизне (см. табл. 1, графа 11), формой в плане (графа 10) и профиле (графы 12, 13).

Занимающие разное *положение по вертикали* господствующие ЭП приурочены к ГМС, различающимся по знаку. Верхние (привершинные P_{0-n} , вдольребневые P_{1-n} и плосковершинные P_{+5}) преобладают на положительных ГМС (группа А), собственно склоновые (фасы P_{5-5} , уступы P_{5-6} , площадки P_{6-5} и подножия P_{6-6}) – на линейно-склоновых ГМС (группа В), нижние (привершинные P_{m-0} , вдолькилевые P_{m-2} и плосковершинные P_{6-}) – на отрицательных ГМС (группа С). Такая жесткая связь между сквозными ЭП (P_{1-2} , P_{0-2} и P_{1-0}) и сочленяющими ГМС (группа D) не наблюдается. Последние устанавливаются и определяются по точечным элементам – детерминантам C_{1-2} , C_{+1} (тип «изометричные седловины» D-IX) или четко различаются на два типа вытянутых ГМС: пороги (тип D-X) – формы, сочленяющие удаленные (не смежные друг с другом) положительные ГМС, и проходы (тип D-XI) – формы, сочленяющие удаленные отрицательные ГМС (см. табл. 1, графы 16, 17, строки 13–15).

Не менее жесткие связи устанавливаются между знаком ГМС и доминирующими в них категориями ЭП, выделенными *по форме в плане*. Выпуклые площадные элементы \hat{P} соответствуют положительным изометричным и брахиформам, сочетания выпуклых и прямолинейных в плане или выдержанных по простиранию ЭП \hat{P}/\bar{P} – положительным линейно-сетевым и гемиформам, прямолинейные в плане ЭП \bar{P} – линейно-склоновым ГМС, сочетания вогнутых и прямолинейных в плане ЭП \check{P}/\bar{P} – отрицательным линейно-сетевым и гемиформам, вогнутые ЭП \check{P} – отрицательным изометричным и брахиформам. Для сочленяющих изометричных седловин характерно сочетание выпуклых и вогнутых ЭП \hat{P}/\check{P} , а для вытянутых сочленяющих ГМС – ЭП \bar{P} .

Положение по крутизне доминирующих ЭП имеет особое значение при определении и систематике линейно-склоновых ГМС, в границах которых у бровок чаще всего доминируют фасы P_{5-5} , у ступеней – уступы P_{5-6} , у террас – площадки P_{6-5} , у подошв – подножия P_{6-6} .

Все определяемые ГМС различаются также *по форме в поперечном профиле* в зависимости от этой формы верхних (у положительных ГМС), нижних (у отрицательных ГМС) площадных элементов. Форма сочленяющих ГМС обуславливается поперечным профилем доминирующих в них ЭП P_{1-n} и P_{m-2} . В целом все доминирующие ЭП делятся на вогнутые P^{c-a} , выпуклые P^{a-c} и прямолинейные в профиле или линейчатые P^{b-b} (см. табл. 1, графа 12). В зависимости от господства тех, других и третьих включающие их положительные ГМС определяются (см. табл. 1, графа 18) в качестве островершинных или острогребневых, пологовершинных или пологогребневых, ломановершинных или ломаногребневых, а отрицательные ГМС – в качестве пологовершинных и пологокилевых, островершинных и острокилевых, ломановершинных и ломанокилевых. К последним также относятся плосковершинные ЭП: P_{+5} , характерные для положительных ГМС, и P_{6-} , характерные для отрицательных форм (см. табл. 1, графа 13). Преобладание их в тех или иных ГМС связано только с их знаком и не зависит от их формы в плане, вытянутости и замкнутости контура. Соответствующие названия даны и сочленяющим ГМС.

В качестве основных *детерминантов*, обуславливающих внутреннюю и внешнюю морфологию ГМС, выступают их элементы симметрии, которые одновременно являются

точечными и линейными элементами ЗП (см. табл. 1, графы 14, 15). Использование в геоморфологии понятия о детерминантах как элементах симметрии в ЗП имеет значение инструмента – определителя конкретных ГМС, отнесение их к той или иной категории в систематике. Через эту процедуру дается их морфологическая характеристика, которая может быть впоследствии подвержена морфодинамическому истолкованию [2].

К элементам – детерминантам или определителям прежде всего относятся вершины изометричных положительных (C^+) и отрицательных (C^-) ГМС, отличающиеся изотропией от всех прочих точек ЗП, которым свойственна анизотропия в изменении главного геоморфологического параметра – высоты или глубины. Не обладают изотропией центры симметрии изометричных сочленяющих седловин – характерные точки C_{1-2} и C_0 . Брахиформы определяются и распознаются по трем элементам симметрии: положительные – по двум взаимно перпендикулярным осям L_1 и L_1 и центру их пересечения C_{1-1} , отрицательные – по двум взаимно перпендикулярным осям L_2 и L_2 и центру их пересечения C_{2-2} . Детерминантами положительных и отрицательных линейно-сетевых и гемиформ, а также вытянутых сочленяющих ГМС являются соответственно их оси – структурные линии L_1 и L_2 . Для линейно-склоновых ГМС может быть установлен только один вид симметрии – симметрия трансляции. В качестве осей трансляции выступают в поперечном направлении наибольшего изменения высоты свала глубин морфоизографы L_7 или векторные линии, а в продольном ему направлении – склоновые структурные линии L_5 и L_6 . По данным осям может быть установлен шаг трансляции для расчленяющих склон долин временных или постоянных водотоков или каньонов разного генезиса, а также для чередующихся на склоне вогнутых и выпуклых структурных линий.

Описанная ранее [6] процедура идентификации конкретных ГМС по их составу и структуре сводится к непосредственной или мысленной фиксации этих реальных элементов на карте и соотношении их с элементами симметрии, присущими идеальному строению (рисунок с теми же элементами симметрии) ГМС каждой из категорий.

Соотношение предлагаемой систематики с традиционной орографической терминологией. Таким образом, выше была использована не только разобшенная характеристика двух групп принципов систематики, но и показана их взаимная связь, что привело к целостной познавательной конструкции, выраженной в полной группе (конечном множестве; см. табл. 1, графы 20, 21) или «системе ГМС», подобной составленной ранее [1, 2] системе элементов ЗП. Ими обеими предлагается пользоваться при выделении, определении и конкретных ГМС, относимых к той или иной категории по однозначно понимаемым критериям. Изложенные процедуры, сама систематика и используемые в ходе нее структурные и номенклатурные принципы определения и различения форм ЗП – все это позволяет рассматривать последние в качестве ГМС.

В табл. 2 приведены символы форм ЗП, называемых в традиционной орографической терминологии привычными, но чаще всего *неоднозначно понимаемыми или недостаточно определенными понятиями*. Например, один термин «горная цепь» может отражать форму ЗП с остро-, полого- и ломаногребневым профилем, что в строке 9 потребовало для ее определения использовать символ, подразумевающий тройное подчинение этой формы категориям ГМС, выделенным по их поперечному профилю: $(c-a)$, $(a-c)$ и $(b-b)$. Примерами такой же и даже большей неопределенности являются термины «горный массив», «поднятие», «останец», «гора» (строка 15), которые отражают формы, относимые сразу к трем разновидностям ГМС по морфологии их контура. Практически о таких формах можно сказать только одно – все они положительные. Любая другая характеристика из их названий не следует. Более того, многие термины, давно используемые в орографии, не обладают так необ-

ходимой морфологической отстраненностью от генетических и прочих представлений и местных звучаний.

В англоязычной литературе неоднозначность орографической терминологии чаще всего превращается в *многозначность* – один и тот же термин выражает различные формы, относящиеся к самым разным категориям. Например, слово «defile» переводится на русский язык как ущелье, овраг, дефиле, желоб, «rift» – узкое скалистое русло, трещина, расселина, ущелье, порог, пережат на реке, брод (мелкое место на реке), «rise» – повышение, возвышение, поднятие, возвышенность, холм и т.д. Кроме сугубо орографического смысла, эти термины дополнительно нагружены значениями, которые к геоморфологии и рельефу не имеют никакого отношения.

Указанная неоднозначность и недостаточная определенность терминов никак не компенсируются их *избыточностью* при большом количестве синонимов. Примером этого могут служить 10 синонимов, обозначающих ГМС, относящиеся к категории подошвы, – В-VIII (см. табл. 2, строка 20). При всем большом их числе каждый из них не отражает вид продольного профиля ГМС.

Таким образом, в результате определения конечного множества орографических образований, их строгой систематики, формализации, однозначного отнесения каждой из форм ЗП к выделенным категориям и точного выделения и ограничения (см. ниже) им придан, по Ю. А. Урманцеву (см. [7]), статус объектов-систем или ГМС. Встает вопрос о том, *как совместить привычные орографические названия с предлагаемыми символическими обозначениями конкретных ГМС* и, что не менее важно в практике исследований (особенно в условиях Антарктики), с давно используемыми или присваиваемыми именами собственными. Здесь пока видится единственный выход – применение двойного (вербального и символического) обозначения – сочетание привычного, но неопределенного и неоднозначного для понимания орографического термина, сопровождающего привычное или присваиваемое имя собственное, с обозначением ГМС в форме индекса. Это, во-первых, будет способствовать *мягкой адаптации системного языка к менталитету географа и геолога* и, во-вторых, позволит относиться к орографической карте как к *строгому и точному картографическому документу – результату системно-морфологического исследования на втором мерономическом (синтетическом) уровне, непосредственно следующим за первым (аналитическим) уровнем.*

В состав предложенных символов необходимо включать *указание на ту надгеосистему (или площадной элемент более крупной ГМС, относящийся к последующему мерономическому уровню*[3]), *который осложняется картируемой и изучаемой формой ЗП.* Это дополнение к символам, приведенным в табл. 1 (графы 20, 21), представлено в виде двух предоставляемых в начале каждого индекса цифр (или цифры и знаков «+» или «-»: +5 или 6-), отражающих структурные линии – верхнюю и нижнюю границы площадного элемента [1], осложненного картируемой и изучаемой конкретной ГМС. Например, символ «(5-6) С-IV (a-c)» отражает отрицательную (С) линейно-сетевую (IV) острокилевую (a-c) ГМС, приуроченную к ЭП P₅₋₆ или, если перейти на традиционную вербальную форму характеристики, фрагмент некой глубоковрезанной долины – ущелья в уступ. В этом полном символе определяются сама ГМС и окружающая ее среда – уступ с характерной для него наибольшей на склоне крутизной. Не приведенные в табл. 1 все возможные варианты таких осложненных элементов или надгеоморфосистем составляют выделенную ранее [1, 3] полную группу или конечное множество систематизированных и формализованных площадных элементов. Другой вариант, вероятно, наиболее доступный в настоящее время для Антарктики с ее недостаточной и малой изученностью, заключается в указании положения ГМС в рамках конкретного геоморфологического района или надгеосистемы в виде обозначающей

его римской цифры (в квадратных скобках в начале всего индекса ГМС) на подготовленной сейчас к печати карте геоморфологического районирования.

При символическом обозначении допустимо определение ГМС, подобное тем, которые приведены для большинства форм в табл. 2. Оно оправдано недостаточностью информации о морфологии ГМС или мелкомасштабностью орографической карты, предусматривает подчиненность ее двум или нескольким категориям систематики, выделенных по одному из принципов (например, отнесение ГМС к изометричным и брахиформам одновременно), а также неполноту ее определения (в частности, отсутствие характеристики ее поперечного профиля). Большая детализация легенды связана с отражением в систематике ГМС всех возможных видов искажения классической симметрии – разновидностей их диссимметрии.

Однозначность в прочтении и истолковании орографической карты обеспечивается ее универсальной легендой (в черно-белом и цветном вариантах) с условными знаками символически обозначенных (формализованных, систематизированных) ГМС. *Масштабная универсальность* легенды вытекает из масштабной универсальности или инвариантности отражаемых на любой по масштабу карте ГМС и составляющих их элементов ЗП [1–3, 6]. Легенда характеризуется также и *предметной универсальностью*, так как она одновременно используется при картографировании субазрального, субаквального и субгляциального рельефа. В соответствии с представлениями об едином системно-морфологическом основании наук о Земле [2] можно надеяться и на *объектную универсальность* легенды, пригодной для построения карт ГМС самых разных геоперверхностей (дневной поверхности ледникового покрова, полибазисной, поливершинной, структурной и т.д.) и геополей (магнитного, гравитационного, геотемпературного и т.д.).

Summary

Lastochkin A. N. Systematic morphological approach to defining complex geomorphological objects (in connection with mapping of the Antarctic). II. Systematization of geomorphosystems.

Forms of the Earth surface are considered to consist of complex geomorphological objects element which are mapping units, shown on special orographical maps. They are systematized according to their structural features (figures of vectorial lines and horizontals, their signs) and proper morphological ones (stretching, closeness and horizontal curvature), which are mutual connected indications, as well as according to the features' elements, dominant or determinant.

Литература

1. *Ласточкин А. Н.* Рельеф земной поверхности. Л., 1991.
2. *Ласточкин А. Н.* Системно-морфологическое основание наук о Земле. СПб., 2002.
3. *Ласточкин А. Н.* Системно-морфологический подход к определению сложных геоморфологических образований (в связи с картографированием подводно-подледного рельефа Антарктики). I. Место и значение орографии в геоморфологической науке и практике // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Сер. 7: Геология, география. 2003. Вып. 4 (№ 31). С. 38–45
4. *Решение совещания по классификации платформенных структур* / Под ред. В. Д. Наливкина. Л., 1963.
5. *Гете И. В.* Избр. философские произведения. М., 1964.
6. *Ласточкин А. Н.* Морфодинамический анализ. Л., 1987.
7. *Системный подход в геологии* / Под ред. А. Н. Дмитриевского. М., 1989.

Статья поступила в редакцию 24 июня 2003 г.