

РЕЗУЛЬТАТЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ СИСТЕМАТИКИ ЭЛЕМЕНТОВ ЗЕМНОЙ ПОВЕРХНОСТИ

Систематика и системный подход в геоморфологии. Термин "систематика" происходит от греческого слова *συστηματικός*, означающего "упорядоченный, относящийся к системе". Он отражает: а) либо раздел или научную дисциплину (в биологии, например, она называется системологией), б) либо начальный этап организованного (в тектологическом смысле) развития науки. Во втором, историко-познавательном, аспекте систематика рассматривается как следующая после этапа классификаций **степень развития ее методологической мысли** [1].

В рамках до сих пор еще не завершено в геоморфологии этапа классификаций (простых и сложных образований, создавших их процессов, геоморфологических карт) часто и неправомерно говорится о системном или системно-формационном подходе, используется словосочетание "систематика рельефа" [2] и даже классифицируются так называемые геоморфологические системы, в то время как никто не знает, как их выделять и анализировать на практике. Если же словом "система" (геосистема, геоморфологическая система) и обозначаются некие изучаемые сложные образования, например, межгорные котловины, то это не сопровождается использованием необходимых атрибутов и проведением обязательных процедур системного исследования: выделением и определением элементов, анализом структуры, функционирования и т.д. Такой подход обычно основывается на широко распространенных (вытекающих из произвольной адаптации к геоморфологическому и геолого-географическому материалу общей теории систем) утверждениях о том, что система – это произвольный набор взаимосвязанных ингредиентов, что ее элемент – это любая более или менее простая часть некоего образования и/или даже его характеристика, что можно конструировать функциональные, динамические, исторические и прочие **специализированные геосистемы**, не утруждая себя и минуя "скучную работу" по элементаризации объекта исследования – земной поверхности (ЗП), созданию четких представлений о ее составе и строении и выделению "**базовых**", **пространственных, статических или морфологических, геосистем**. Вместе с тем обойти данную работу так же немислимо, как невозможно изучать химические превращения вещества, ничего не зная об элементах и строении "**базовых**" химических систем – молекул.

В связи с указанным подходом, имитирующим системные исследования, чисто внешнее использование тектологических идей и соответствующей лексики в геоморфологии оказывается в такой же мере не обременительным, в какой и не эффективным, не приведшим к разработке принципиально нового метода изучения рельефа и рельефообразующих процессов и к открытию с его помощью принципиально новых законов. К большому своему удивлению я узнал, что подобная имитация имела место еще в далекие и, казалось бы, "досистемные" времена И. Канта, в которые "иные полагают, что создают системы, но у них возникают лишь агрегаты. Для последних нужна лишь манера, система же требует метода" [3, с. 5].

Отмеченное выше "забегание вперед" повторяет, а точнее, продолжает классификационный или классический этап развития геоморфологии с характерной для него "пропущенной главой" [4] – отсутствием необходимого для каждой естественной науки раздела и понятийно-методического аппарата, посвященных строгому и универсальному описанию морфологии рельефа любого происхождения и возраста. И если для классификационного этапа данное обстоятельство было допустимо, то на системном уровне оно исключается полностью, что давно осознано в биологии и многих других науках, в которых «понятия "системный подход" и "морфологические методы" являются нерасторжимыми» [5, с. 77]. В геоморфологии и в географии в целом речь идет не о

простой забывчивости или случайном пропуске изначального для каждой науки морфологического раздела, а о своеобразном вульгарно-материалистическом снобизме – признании абсолютного главенства историко-генетических представлений и категорий (в том числе критериев классификаций), формулируемых главным образом на основе анализа вещества – четвертичных и других по возрасту коррелятных отложений и экспонированных на ЗП пород, а не своего собственного геоморфологического материала по морфологии рельефа [6].

Необходима смена приоритетов или даже идеологий, без которой проблему элементаризации (а вслед за ней проблемы структурного анализа ЗП, конструирования как базовых, так и специализированных геосистем) не решить. Иллюстрацией к данному утверждению служит последняя работа Б.Б. Польшова, справедливо связывающего выделение элементарных ландшафтов и почвенных ареалов с элементаризацией ЗП. Однако такой по современным представлениям эффективный (геотопологический [7, 8]) путь географического познания не мог быть реализован, так как по общему мнению, выразителем которого был Б.Б. Польшов, нарождавшаяся в то время «новая наука (ландшафтоведение – А.Л.) по существу не может оставаться хорологической, но неминуемо требует развития историко-генетического анализа, обязательного для каждой отрасли естествознания» [9, с. 494]. Мы же, наоборот, призываем вернуться на новом уровне к несправедливо осужденным и отвергнутым хорологическим (пространственным) истокам общей географии [8], которые сейчас должны включать в себя элементаризацию, конструирование и анализ строения "базовых" геосистем на морфологической (геоморфологической [10]) основе. Никакой другой (и тем более историко-генетической) основы у этих процедур быть не может. Все это, конечно, не исключает, а лишь предваряет выделение и изучение названных выше специализированных геосистем.

История высокоорганизованных естественных наук учит, что системный подход не должен "отрываться от его параметрического базиса, без которого теории систем не может быть придана необходимая конкретность" [5, с. 123], и что его изначальная проблема – элементаризация предмета изучения является непростой и редко решаемой задачей [11]. В химии, например, ее решение растянулось почти на два века от первой четкой формулировки представлений о простых и сложных химических веществах (А. Авогардо, 1811 г.) до создания (Д.И. Менделеев, 1869 г.) и последующего совершенствования периодической системы химических элементов. Подобно этому сложный путь придется пройти и геоморфологии, в которой ее решение предусматривает: а) формулировку критериев делимости ЗП и неделимости составляющих ее элементов; б) однозначность их выделения, строгость определения не через какие-либо произвольно выбранные внутренние свойства, а лишь через их соотношения с другими элементарными частями, в) не просто адекватное, но и точное отражение этих элементов на своих моделях – картах, профилях и описаниях.

Лишь выполнение перечисленных требований (признаков элементности) обеспечит возможность создания систематики элементов ЗП или морфологической системы (МС). Последняя, подобно периодической системе химических элементов, систематике кристаллов и живых организмов, космогонической системе звездных образований и др., призвана иметь (высший в системологии) **статус параметрической корреляционной систематики**. Данный статус предполагает возможность определения функциональных, динамических, возрастных (исторических), субстанциональных и прочих характеристик и свойств элементов ЗП через те их морфологические параметры, которые используются в качестве критериев их систематики. Такая корреляция относительно легко получаемых (в геоморфологии – по аэрофото-, фотокосмическим, топографическим, гидрографическим материалам) морфологических показателей с чаще всего искомыми значениями перечисленных характеристик широко используется в естествознании [12].

Таким образом, **систематика элементов ЗП рассматривается как система в смысле познавательной конструкции**. Только на ее основании через фиксацию конкретных

элементов и анализ их пространственных соотношений могут создаваться геоморфологические системы – формализованные модельные отражения на карте, профиле и в описании конкретных сложных образований ЗП точно так же, как только на основе периодической системы химических элементов могут быть описаны и изучены состав и строение "базовых" химических систем – молекул вещества. В свою очередь на основе и в контексте элементов и структуры пространственных геоморфосистем должны конструироваться функциональные, динамические, исторические и другие специализированные геоморфологические системы.

Решение проблем элементаризации и систематики элементов ЗП является первым еще далеко не завершенным этапом системных исследований в геоморфологической, как и любой другой, естественной науке. При его реализации приходится преодолевать сопротивление не столько классической геоморфологии с ее консерватизмом и приверженностью к авторским, необязательным для общего употребления, классификациям (в частности, к легендам карт), сколько излишне "прогрессивные" тенденции геоморфологов – "системщиков" с их "забеганием вперед" и с современной, чаще всего "пустой по содержанию", системной лексикой, подменяющей трудные решения стоящих перед наукой взаимосвязанных задач элементаризации, формализации и систематики элементов. Именно классическая геоморфология в значительной мере подготовила их решение формулировкой положений: а) о морфологии рельефа как единственной его характеристике, которая может быть подвергнута формализации (Ю.К. Ефремов, Н.А. Флоренсов и др.), необходимой при переходе от классификаций к систематике; б) о простейших и в разной степени сложных образованиях на ЗП, составляющих единый мерономический ряд: элементы – формы – совокупности форм ЗП (А.И. Спиридонов и др.); в) о морфологических элементах ЗП как изначальных объектах классификаций и систематики по морфологическому принципу (А.И. Спиридонов, Д.А. Тимофеев и др.); г) о масштабной универсальности элементов и форм ЗП (Ю.Г. Симонов и др.), понятие о которой, как сейчас выясняется, уже довольно давно фигурирует во фрактальной геометрии (в том числе и применительно к рельефу ЗП) в виде термина "масштабная инвариантность".

Наибольший консерватизм как в классической, так и в "системной" геоморфологии проявляется по отношению к формализации, во-первых, потому что ей поддаются как раз только те самые морфологические характеристики и свойства, которые в историко-генетических представлениях редко используются, а часто и просто игнорируются. Во-вторых, этот консерватизм вытекает из неоднозначной оценки формализации в отечественной, до сих пор еще марксистско-ленинской, философии. В ней, с одной стороны, признается, что метод формализации "весьма эффективен в строгих и точных науках. Краткость, обозримость символических выражений, оперативность преобразований, возможность подчинить их четким математическим и логическим правилам обеспечивает успешное решение познавательных задач..., использование ЭВМ" [13, с. 122]. С другой, – говорится о том, что сосредоточиваться на формальной стороне явлений можно лишь "временно", а сам метод почему-то сводится лишь к "переводу содержательных фрагментов знания на искусственный символический или формальный язык, подчиненный четким правилам построения формул и их преобразований" [13, с. 122]. На самом же деле **под формализацией следует понимать строгие определения и точные модельные выражения содержательной стороны объекта или процесса через адекватную и гомоморфно соответствующую этому содержанию форму.** В высокоорганизованных науках она используется не "временно", а постоянно и является не только, а точнее не столько, языком и даже не только методом, а в определенном смысле идеологией – морфологической парадигмой, направляющей их от изучения формы (морфологии) к познанию отраженного в ней и/или зависимого от нее содержания. Понятиям о формализации и формальных моделях или системах следует отвести особо важную роль в геоморфологии, учитывая ее новое предназначение – исследование морфологии всех, разных по своей природе, геопервоверхностей, геополей, геоконструктов и геосфер на Земле [10].

| По абсолютному гипсометрическому положению | ХАРАКТЕРНЫЕ ТОЧКИ (C/ \bar{C}) | | | | | | |
|--|-----------------------------------|------------------|--|--|------------------------------------|--|---|
| | По форме в профиле | Выпуклые | | | Вогнутые | | Не выражены в профиле L ₇ |
| | | | L ₁ | L ₅ | L ₆ | L ₂ | |
| А. Верхние | Выпуклые | | C ₀ ⁺ | | | | |
| | | L ₁ | C ₁ ⁺ | \bar{C}_{1-1} / C ₁₋₁ | C ₁₋₅ | C ₁₋₆ | C ₁₋₇ |
| В. Собственно- склоновые | Выпуклые | L ₅ | | | \bar{C}_{5-5} / C ₅₋₅ | C ₅₋₆ | C ₅₋₇ |
| | | L ₍₁₎ | | $\bar{C}_{(1)-1}$ / C ₍₁₎₋₁ | C ₍₁₎₋₅ | C ₍₁₎₋₆ | $\bar{C}_{(1)-2}$ / C ₍₁₎₋₂ |
| | L ₍₂₎ | | $\bar{C}_{(1)-2}$ / C ₍₁₎₋₂ | C ₍₂₎₋₅ | C ₍₂₎₋₆ | $\bar{C}_{(2)-2}$ / C ₍₂₎₋₂ | |
| | L ₆ | | | | \bar{C}_{6-6} / C ₆₋₆ | | |
| С. Нижние | Вогнутые | L ₂ | C ₂ ⁺ | | C ₂₋₅ | C ₂₋₆ | \bar{C}_{2-2} / C ₂₋₂ |
| | | | | | | | C ₂₋₇ |
| | | | | | | | C ₀ ⁻ |
| D. Скво- зные | Выпу- клые | L ₁ | | | | C ₁₋₂ | |

Рис. 1. Систематика элементов земной поверхности

Используя формализацию как язык, метод и идеологию, начинаешь лучше видеть и исправлять чужие и, самое главное, свои собственные ошибки. Саперы в своей жизни ошибаются единожды, а физики, химики, математики и представители других высокоорганизованных наук – неоднократно, геоморфологи же при составлении и использовании своих классификаций (в частности, легенд карт) не ошибаются никогда, так как не следуют общепринятым строгим дефинициям, правилам и процедурам. Занимаясь проблемами элементаризации ЗП и систематики ее элементов полтора десятилетия, автор часто обнаруживал допущенные им ошибки при выделении категорий элементов, сначала стыдясь их и не осознавая, что это – прямое следствие попыток его перехода от классификаций к систематике. На данной принципиально другой методологической ступени погрешности и просчеты, конечно, досадны, но вполне естественны. Именно этим объясняется многократное опубликование мною полных групп и систематических таблиц элементов с внесением каждый раз в них новых поправок. Приведенная в настоящей статье усовершенствованная систематика также, вероятно,

| По абсолютному гипсометрическому положению | СТРУКТУРНЫЕ ЛИНИИ (L) | | | | | | | |
|--|-------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------------------------------|--|--|--|--|
| | По форме в поперечном профиле | Линии принципиальной симметрии | | | Линии принципиальной диссимметрии | | | Не выраженные в профиле |
| | | резко выраженные (L ^c) | плавные (L ^a) | ломаные (L ^b) | (L ^{c-a}) | (L ^{a-b}) | (L ^{b-c}) | |
| А. Верхние | | | | | | | | |
| | Выпуклые | Гребневые L ₁ | L ₁ ^c | L ₁ ^a | L ₁ ^b | L ₁ ^{c-a} /L ₁ ^{a-c} | L ₁ ^{a-b} /L ₁ ^{b-a} | L ₁ ^{b-c} /L ₁ ^{c-b} |
| В. Собственно-склоновые | Выпуклые | Выпуклых пеллегов L ₅ | L ₅ ^a | L ₅ ^b | L ₅ ^c | L ₅ ^{a-c} | L ₅ ^{a-b} | L ₅ ^{b-c} |
| | Вогнутые | Гребневые L ₍₁₎ | L ₍₁₎ ^c | L ₍₁₎ ^a | L ₍₁₎ ^b | L ₍₁₎ ^{c-a} /L ₍₁₎ ^{a-c} | L ₍₁₎ ^{a-b} /L ₍₁₎ ^{b-a} | L ₍₁₎ ^{b-c} /L ₍₁₎ ^{c-b} |
| | | Килевые L ₍₂₎ | L ₍₂₎ ^c | L ₍₂₎ ^a | L ₍₂₎ ^b | L ₍₂₎ ^{c-a} /L ₍₂₎ ^{a-c} | L ₍₂₎ ^{a-b} /L ₍₂₎ ^{b-a} | L ₍₂₎ ^{b-c} /L ₍₂₎ ^{c-b} |
| | | Вогнутых пеллегов L ₆ | L ₆ ^c | L ₆ ^a | L ₆ ^b | L ₆ ^{c-a} | L ₆ ^{a-b} | L ₆ ^{b-c} |
| С. Нижние | Килевые L ₂ | L ₂ ^c | L ₂ ^a | L ₂ ^b | L ₂ ^{c-a} /L ₂ ^{a-c} | L ₂ ^{a-b} /L ₂ ^{b-a} | L ₂ ^{b-c} /L ₂ ^{c-b} | |
| | | | | | | | | |
| D. Сквозные | Морфоизографы L ₇ | | | | | | | |

| | | |
|---------------------------|---------------|--------------------|
| п о ф о р м е в п л а н е | | |
| выпуклые (L̂) | вогнутые (L̃) | прямолинейные (L̄) |

Рис. 1 (продолжение)

не гарантирована от неточностей и будущих исправлений. Однако при ее составлении учтен не только значительный опыт решения данных методологических проблем, но и, что не менее важно, опыт применения его результатов на практике – при картографировании рельефа в разных геоморфологических условиях и для решения различных прикладных задач. Не повторяя основных положений предлагаемой систематики [6, 8, 14, 15], аргументация которых не подверглась каким-либо коррективам, ниже изложены лишь те ее аспекты, в которые внесены необходимые изменения с использованием разработанного ранее языка.

Параметрическая основа систематики элементов ЗП. К трем основным геоморфологическим параметрам ЗП: высоте или глубине $H(x, y)$, первой $H'(x, y)$ и второй

| По абсолютному гипсометрическо- му положению | | ЭЛЕМЕНТАРНЫЕ ПОВЕРХНОСТИ (P) | | | | | | | | | | | |
|--|-------------------------------------|-------------------------------|--|--|------------------------------|--|--|-----------------------------------|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | | по форме в поперечном профиле | | | | | | | | | | | |
| | | Вогнутые (P ^{c-a}) | | | Выпуклые (P ^{a-c}) | | | Прямолинейные (P ^{b-b}) | | | | | |
| | | по "абсолютной" крутизне | | | | | | | | | | | |
| наклонные (P или /P) | | | | | | | | | | вертик. (IP) | гориз. (-P) | | |
| А. Верхние | плоско-вершинные (P ₊₅) | | | | | | | | | | | | P ₊₅ |
| | привершинные (P _{0-n}) | | | | | | | | | | | | |
| | вдольгребневые (P _{1-n}) | | | | | | | | | IP _{1-6}^{b-b}} | | | |
| В. Собственно-склоновые | фасы (P ₅₋₅) | | | | | | | | | | | | |
| | уступы (P ₅₋₆) | | | | | | | | | | | IP _{5-6}^{b-b}} | |
| | площадки (P ₆₋₅) | | | | | | | | | | | | -P _{6-5}^{b-b}} |
| | подножия (P ₆₋₆) | | | | | | | | | | | | |
| С. Нижние | вдолькилевые (P _{m-2}) | | | | | | | | | IP _{5-2}^{b-b}} | | | |
| | привершинные (P _{m-0}) | | | | | | | | | | | | |
| | плоско-вершинные (P ₆₋) | | | | | | | | | | | | P ₆₋ |
| D. Сквозные | сквозные | | | | | | | | | | IP _{1-2}^{b-b}} | ±P ₆₋₅ | |

| по форме в плане | | |
|------------------|---------------|--------------------|
| выпуклые (P̂) | вогнутые (P̃) | прямолинейные (P̄) |

Рис. 1 (продолжение)

$H''(x, y)$ производных от нее [14] добавлен четвертый ее показатель горизонтальная кривизна K_r [6, 8, 15]. С включением последнего оказалась полностью осуществленной **параметрическая форма задания МС**, в которой все четыре показателя ЗП оказались взаимосвязанными в соответствии со схемой: $H(x, y) \rightarrow H''(x, y)$

$$\begin{array}{ccc} \downarrow & & \downarrow \\ K_r & & H''(x, y) \text{ [8, 15].} \end{array}$$

До этого анализ морфологии рельефа ограничивался проведением дискретизации и элементаризации ЗП лишь в одном ракурсе – в профиле. В то же время был упущен другой, не менее важный, ракурс модельного представления и исследования рельефа,

Соотношение экстремальных и нулевых значений основных геоморфологических параметров земной поверхности и видов структурных линий

| Основные геоморфологические параметры земной поверхности | | | | Структурные линии | |
|--|------------|-------------|-------|------------------------|---------|
| $H(x, y)$ | $H'(x, y)$ | $H''(x, y)$ | K_T | Виды структурных линий | Индексы |
| max | 0 | – | max | гребневые | L_1 |
| min | 0 | – | max | килевые | L_2 |
| – | max | 0 | – | максимальных уклонов | L_3 |
| – | min | 0 | – | минимальных уклонов | L_4 |
| – | – | max | – | выпуклых перегибов | L_5 |
| – | – | max | – | вогнутых перегибов | L_6 |
| – | – | – | 0 | морфоизографы | L_7 |

вообще почему-то редко используемый как в самой геоморфологии (разделение форм ЗП на отрицательные, положительные в орографии [15], склонов – на выпуклые, вогнутые и прямолинейные в плане [16], плановая кривизна ЗП [17]), так и вслед за ней в других "геокомпонентных" науках. В частности, это имело место в почвоведении до последних работ И.Н. Степанова [18], который, справедливо критикуя такой однобокий подход, впал в другую крайность, игнорируя анализ рельефа в профиле за счет его изучения в другом ракурсе – только в плане.

Выделенным лишь на профиле частям склонов и их границам неправомерно присваивался статус элементов [14 и др.]. Однако при перенесении их на карту становится очевидным нарушение первого и основного признака элементности – неделимости в связи с тем, что на карте они представлены не простейшими ингредиентами ЗП, а обычно протяженными сложными лентами и линиями, составленными из разных по своей морфологии (выпуклых, вогнутых и прямолинейных) в плане фрагментов. Только эти фрагменты могут считаться площадными (\hat{P} , \tilde{P} и \bar{P}) и линейными (\hat{L} , \tilde{L} и \bar{L}) элементами ЗП (рис. 1), выделяемыми со строгим соблюдением всех признаков элементности. Использование не трех, а четырех параметров – **критериев систематики элементов** дает возможность дезинтегрировать ЗП дважды – в профиле и в плане, с исчерпывающей полнотой охарактеризовать морфологию рельефа через точное выделение, строгое определение элементов ЗП, существенно различающихся по морфологии и как следствие этого – по географическим и экологическим свойствам, истории, механизму развития их функциональной роли в геосистемах [7, 8].

Линейные элементы ЗП. Переход от параметрической к "структурно-элементной" форме задания МС осуществляется через структурные линии (СЛ) – геометрические места отличительных точек на ЗП с экстремальными и нулевыми значениями основных геоморфологических параметров (таблица). Индексы СЛ усложняются за счет их разделения на группы по форме в профиле. Все варианты СЛ представлены на рис. 1 в виде их проекций – отличительных точек с их ближайшими окрестностями на профиле, отражающими кривизну разделяемых этими линиями элементарных поверхностей.

Выделенные ранее [6, 8, 14, 15] варианты СЛ L_3 и L_4 хотя и фигурирующие теоретически в полной группе (таблица) и даже практически – на отдельных поперечных профилях, выведены из МС. Их фиксация в плане подразумевает уникальное наличие на бесконечном множестве профилей склона группирующихся в единое геометрическое место отличительных точек с максимальными или минимальными значениями $|H'(x, y)|$, в которых меняется знак нормальной кривизны ЗП. Кросс-корреляция таких точек от профиля к профилю или проведение линий L_3 и L_4 по топографической или гипсо-, батиметрической картам требует как минимум шесть горизонталей на склоне с

симметрично увеличивающимися (в случаях L_3) или уменьшающимися (в случаях L_4) заложениями по мере удаления от трассируемой линии, что трудно представить себе на сколько-нибудь значительном протяжении. На аэрофото- и фотокосмических материалах (стереомоделях) они не могут выделяться даже в теоретически мыслимых случаях, так как не являются границами частей ЗП, различающихся по уклонам – модулям и векторам $H'(x, y)$. Не случайно линии максимальных и минимальных уклонов никогда ранее не фигурировали в качестве геоморфологических границ. Их включение в систематику элементов ЗП и универсальную легенду морфологической карты [6, 8, 14, 15] следует признать ошибочным. Это подтверждается и чисто эмпирически – опытом составления морфологических карт, на которых СЛ L_3 и L_4 , как правило, не фиксируются.

С введением понятия об анизотропии рельефа [14] позже [8] появилась возможность однозначно разделить составляющие его элементы, с одной стороны, на верхние, нижние и сквозные, а с другой – на собственно склоновые. Для первых трех характерна положительная анизотропия $K_{ан} = 1 - |H'(y)|/|H'(x)| > 0$, когда уклоны гребневых и килевых линий в продольном направлении $|H'(y)|$ меньше уклонов в поперечном к ним направлении $|H'(x)|$. На собственно склоновых элементах отмечается отрицательная анизотропия с обратным соотношением уклонов: $K_{ан} = |H'(y)|/|H'(x)| - 1 < 0$. К собственно склоновым относятся не только СЛ L_5 и L_6 , но и те гребневые $L_{(1)}$ и килевые $L_{(2)}$ линии, продольная крутизна которых больше уклонов в поперечном к ним направлении. Эти линии входят в число элементов ЗП, хотя и не являются, в отличие от других линейных элементов, поверхностьобразующими, т.е. они не разграничивают, а лишь осложняют элементарные поверхности и в зависимости от своего положения и собственной морфологии (рис. 1) более полно отражают форму в плане ($L_{(1)}$ на \bar{P} и $L_{(2)}$ на \bar{P}) и в поперечном профиле наиболее напряженных и резко различающихся друг от друга в литодинамическом отношении склоновых площадных элементов. Статус элементов линиям $L_{(1)}$ и $L_{(2)}$ придается в связи с тем, что в результате их пересечения с другими СЛ образуются контрастно выраженные и закономерно вписанные в структуру ЗП точечные элементы.

В связи с добавлением четвертого геоморфологического параметра ЗП к шести линейным элементам [14] добавлены линии нулевой горизонтальной кривизны – морфоизографы [18], являющиеся боковыми ограничениями выпуклых, вогнутых и прямолинейных в плане элементарных поверхностей.

Точечные элементы ЗП. Взгляды на характерные точки (ХТ) пересечения или сочленения СЛ L_n и L_m (общий индекс C_{n-m} или \bar{C}_{n-m}) по мере совершенствования систематики всех элементов ЗП менялись в двух направлениях. С одной стороны, по сравнению с их первой полной группой [14] число ХТ резко сократилось за счет исключения из систематики так называемых узлов – морфологически не выраженных точек пересечения и сочленения теоретических мыслимых линий L_3 и L_4 друг с другом и с другими линейными элементами. С другой, современная полная группа (она же выступает в роли систематической таблицы ХТ; рис. 1), включая в себя известные в классической геоморфологии вершины, перевалы, мысы, устья и др., дополнена точками пересечения всех СЛ с морфоизографами (C_{n-7}), а также точками пересечения и сочленения всех линейных элементов с не поверхностьобразующими линиями $L_{(1)}(C_{(1)-m})$ и $L_{(2)}(C_{(2)-m})$.

Одновременно с этим выявилось и значение точечных элементов, необходимость познания которых ранее [14] угадывалась лишь интуитивно. ХТ удовлетворяют многочисленным требованиям, предъявляемым к репрезентативным точкам наблюдений и измерений [8]. Они расположены в основном по периметру площадных элементов, и наблюдаемые в них геолого-географические и экологические показатели представляют приуроченные к этим элементам элементарные единицы геокомпонентной, ландшафтной и геоэкологической дифференциации. В связи с определенностью их по-

| Характерные точки | C_0^- | | | Структурные линии | | | | | | | | | "..." | |
|-------------------|------------|-----------------|-----------------|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------|
| | C_0^a | C_0^b | C_0^c | L_2^a | L_2^b | L_2^c | L_5^a | L_5^b | L_5^c | L_6^a | L_6^b | L_6^c | | |
| C_0^+ | C_0^{a+} | - | - | - | - | - | P_{0-2}^{a-c} | - | - | P_{0-5}^{a-c} | - | - | P_{0-6}^{a-c} | - |
| | C_0^{b+} | - | - | - | - | P_{0-2}^{b-b} | - | - | P_{0-5}^{b-b} | - | - | P_{0-6}^{b-b} | - | - |
| | C_0^{c+} | - | - | - | P_{0-2}^{c-a} | - | - | P_{0-5}^{c-a} | - | - | P_{0-6}^{c-a} | - | - | - |
| Структурные линии | L_1^a | - | - | P_{1-0}^{a-c} | - | - | P_{1-2}^{a-c} | - | - | P_{1-5}^{a-c} | - | - | P_{1-6}^{a-c} | - |
| | L_1^b | - | P_{1-0}^{b-b} | - | - | P_{1-2}^{b-b} | - | - | P_{1-5}^{b-b} | - | - | P_{1-6}^{b-b} | - | - |
| | L_1^c | P_{1-0}^{c-a} | - | - | P_{1-2}^{c-a} | - | - | P_{1-5}^{c-a} | - | - | P_{1-6}^{c-a} | - | - | - |
| | L_5^a | - | - | P_{5-0}^{a-c} | - | - | P_{5-2}^{a-c} | - | - | P_{5-5}^{a-c} | - | - | P_{5-6}^{a-c} | - |
| | L_5^b | - | P_{5-0}^{b-b} | - | - | P_{5-2}^{b-b} | - | - | P_{5-5}^{b-b} | - | - | P_{5-6}^{b-b} | - | - |
| | L_5^c | P_{5-0}^{c-a} | - | - | P_{5-2}^{c-a} | - | - | P_{5-5}^{c-a} | - | - | P_{5-6}^{c-a} | - | - | - |
| | L_6^a | - | - | P_{6-0}^{a-c} | - | - | P_{6-2}^{a-c} | - | - | P_{6-5}^{a-c} | - | - | P_{6-6}^{a-c} | - |
| | L_6^b | - | P_{6-0}^{b-b} | - | - | P_{6-2}^{b-b} | - | - | P_{6-5}^{b-b} | - | - | P_{6-6}^{b-b} | - | P_{6-} |
| | L_6^c | P_{6-0}^{c-a} | - | - | P_{6-2}^{c-a} | - | - | P_{6-5}^{c-a} | - | - | P_{6-6}^{c-a} | - | - | - |
| "+" | - | - | - | - | - | - | - | P_{+5}^b | - | - | - | - | - | |

Рис. 2. Полная группа площадных элементов земной поверхности

ложения в структуре ЗП они однозначно фиксируются на карте и уверенно обнаруживаются на местности.

Площадные элементы ЗП. Наибольшим изменениям подверглась полная группа систематики элементарных поверхностей (ЭП). Их общий индекс P_{n-m} отражает верхнюю (n) и нижнюю (m) границы: СЛ или вершины C_0^+ и C_0^- ($n = 0, 1, 5, 6$ и $m = 0, 2, 5, 6$), а дополнительные буквенные обозначения a, b, c указывают на принадлежность ограничивающих по вертикали линий и точек к одной из групп (рис. 1).

Если профили любой из ЭП представить в качестве отрезков в прямоугольной системе координат, то их возможные формы, учитывая главный признак элементности – неделимость, можно свести всего к трем вариантам, соответствующим известным в дифференциальном исчислении точкам на графике; гладким экстремумам (L^a), точкам возврата графика с вертикальной касательной (L^c) и угловым точкам возврата (L^b). Элементарный криволинейный отрезок с гладким максимумом оканчивается внизу точкой возврата графика с вертикальной касательной – оси ординат и, наоборот, если максимум этого отрезка находится в точке возврата графика с вертикальной касательной, то снизу он ограничен гладким минимумом. Исходя из этого ЭП, ограниченная сверху линией L^a , снизу на склоне может оконтуриваться только линией L^c и наоборот. Если же ее ограничение сверху (снизу) представлено СЛ L^b , то и нижняя (верхняя) ее граница относится к той же категории линейных элементов. Таким

образом, полный индекс ЭП (без ее характеристики в плане) может быть представлен всего тремя вариантами: P^{a-c} , P^{c-a} , P^{b-b} , отражающими выпуклые, вогнутые и прямолинейные в профиле площадные элементы. Ранее осуществляемое выделение вариантов P^{a-a} и P^{c-c} следует признать ошибочным, так как они не удовлетворяют признакам неделимости.

Следуя изложенным положениям, составлена исправленная полная группа площадных элементов в виде матрицы (рис. 2), на горизонтальной оси которой перечислены их нижние, а на вертикальной – верхние ограничения. Из нее исключены все варианты, лишенные смысла по определению и отражающие сложные (неэлементарные) части ЗП. Одновременно с этим в нее включены плосковершинные ЭП, ограниченные только снизу (P_{+5}) или сверху (P_{6-}). В итоге выделено 47 видов площадных элементов. Это конечное множество, кроме только что названных двух категорий, представлено наклонными поверхностями (P или $|P$). Наряду с ними в каждом данном масштабе исследования и картирования в литодинамическом и экологическом отношениях целесообразно выделять горизонтальные ($-P$) и вертикальные ($|P$) ЭП [6, 12].

Сводная систематика элементов ЗП. ХТ, СЛ и ЭП, составляя в своей совокупности МС, должны быть сведены не в три отдельные систематические таблицы [14], а в единую систематику всех элементов ЗП [6, 8, 15]. Это требование выполнимо в связи, во-первых, с тем, что элементы всех трех категорий (внемасштабно, "полумасштабно" и масштабно) отражают одно и то же – двумерные части ЗП, и, во-вторых, с наличием общих критериев их систематики, главным из которых является их взаимное положение по вертикали. Ведущее значение этой структурной характеристики элементов, отражающих их гравитационную экспозицию, осознано не только в геоморфологии, но и во всех "геокомпонентных" географических науках (см. [8]).

На основе свободной систематики элементов ЗП составлена универсальная легенда аналитических морфологических карт, новый усовершенствованный вариант которой будет предложен в следующей публикации.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Философская энциклопедия. Том V. М.: Советская энциклопедия, 1970. 740 с.
2. Табидзе Д.Д. Систематика рельефа с позиции направленности геоморфологических исследований // Проблемы методологии геоморфологии. Новосибирск, 1989. С. 48–56.
3. Кант И. Трактаты и письма. М.: Наука, 1980. 709 с.
4. Ефремов Ю.К. Опыт морфографической классификации элементов и простых форм рельефа // Вопросы географии. Вып. 11. М.: Географгиз, 1949. С. 109–136.
5. Системные исследования / Под ред. Блауберга, Зинченко В.П., Келле В.Ж. и др. М.: Наука, 1974. 230 с.
6. Ласточкин А.Н. Морфодинамическая концепция общей геоморфологии. Л.: Изд-во ЛГУ, 1991. 218 с.
7. Ласточкин А.Н., Тимофеев Д.А. Геотопология: геоморфологические основы теории, методики и практики // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1993. № 1. С. 16–27.
8. Ласточкин А.Н. Геоэкология ландшафта. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1995. 277 с.
9. Польшов Б.Б. Избранные труды. М.: Изд-во АН СССР, 1956. 597 с.
10. Ласточкин А.Н. О новом предназначении геоморфологии в системе наук о Земле // Геоморфология. 1995. № 2. С. 32–44.
11. Овчинников Н.Ф. Категория структуры в науках о природе // Структура и формы материи. М.: Наука, 1967. С. 11–47.
12. Ласточкин А.Н. Основные предметные составляющие и структура географического знания. I. Деление знания о географической действительности: общие вопросы // Вестн. СПбГУ. Сер. Геология, география. 1997. Вып. 3 (№ 21). С. 17–29.
13. Фролов И.Т., Араб-Оглы Э.А., Арефьева Г.С. и др. Введение в философию. М.: Политиздат, 1969. 639 с.
14. Ласточкин А.Н. Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 256 с.
15. Ласточкин А.Н. Рельеф земной поверхности. Л.: Недра, 1991. 340 с.
16. Спиридонов А.И. Физиономические черты рельефа как показатель его происхождения и развития // Индикационные географические исследования. М.: Наука, 1970. С. 92–104.

17. *Krcho J.* Morphometric analysis of relief on the basis of geometric aspect of fieldtheory // *Acta UC Physic. Geographica*. Bratislava. 1973. № 1. P. 3–58.

18. *Степанов И.Н.* Формы в мире почв. М.: Наука, 1986. 190 с.

Санкт-Петербургский государственный университет
Географический факультет

Поступила в редакцию
25.02.97

IMPROVEMENTS OF LAND SURFACE ELEMENTS' SYSTEMATIC

A.N. LASTOCHKIN

S u m m a r y

Systematic is considered to be the stage of methodological development in geomorphology that goes after classification. At the same time it is the first stage of systems approach in this field. Morphological system proposed by author earlier has been modified without changes of its axiomatic system and language. Forth parameter was added into its parametric form – plane curvature of land surface. Morphologically ulterior lines of maximum and minimum gradients were excluded from the set of linear elements while the ridge and keel lines within the slope relief with negative anisotropy was added. Therefore some significant corrections were made in the complete groups and in the systematic of points and area elements.