

45. *Чемехов Ю. Ф.* Палеогеоморфология, ее методы и задачи // Проблемы палеогеоморфологии. М.: Наука, 1970. С. 33—39.
46. *Борисевич Д. В.* К вопросу о возрасте рельефа Среднего Урала и характера молодых тектонических движений // Материалы по геоморфологии Урала. М.: Госгеолиздат, 1948. С. 28—36.
47. *Янишин А. Л.* Принцип актуализма и проблема эволюции геологических процессов // Пути и методы познания закономерностей развития Земли. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 2—8.
48. *Герасимов И. П.* Проблемы глобальной геоморфологии. Современная геоморфология и теория мобилизма в геологической истории Земли. М.: Наука, 1986. 207 с.
49. *Флоренцов Н. А.* Рельеф и неотектоника. Избранные труды. М.: Наука, 1989. 271 с.
50. *Сваричевская З. А., Селиверстов Ю. П.* Эволюция рельефа и время. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 238 с.
51. *Страхов Н. М.* Типы литогенеза и их эволюция в истории Земли. М.: Госгеолтехиздат, 1963. 534 с.
52. Докембрий континентов. Новосибирск: Наука, 1977. 241 с.
53. Проблемы палеоклиматологии. М.: Мир, 1968. 224 с.
54. *Синицын В. М.* Введение в палеоклиматологию. Л.: Недра, 1980. 238 с.
55. *Ясаманов Н. А.* Ландшафтно-климатические условия юры, мела и палеогена юга СССР. М.: Недра, 1978. 218 с.
56. *Черванев И. Г.* Структурный анализ рельефа: Автореф. дис. ... д-ра геогр. наук. М.: Изд-во МГУ, 1979. 45 с.

Институт географии РАН

Поступила в редакцию
25.01.93

ON THE DEVELOPMENT OF PALEOGEOMORPHOLOGICAL STUDIES

S. K. GORELOV

Summary

A large volume of paleogeomorphological studies had been carried out in the USSR since the Plenum of the Geomorphological Commission in Ufa, 1967. During this time the paleogeomorphological analysis evolved into a separate method of studies in the Earth sciences with manifested bias toward applied geomorphology. Among the most important achievements a few publications should be mentioned, such as «Paleogeomorphological Atlas of the USSR» (1981) and a series of monographs «History of relief evolution in Siberia and Far East». The prospects of further development of paleogeomorphological approach depend on progress in theoretical studies.

УДК 551.4:528.915

© 1993 г. К. С. ЛАЗАРЕВИЧ

ПРОБЛЕМА МАСШТАБА В ГЕОМОРФОЛОГИИ

Известное в картографии противоречие между количеством информации, которое мы хотим поместить на карте, и возможностями, предоставляемыми масштабом, в полной мере проявляется в геоморфологическом картографировании. Но в геоморфологии, пожалуй, чаще, чем в других науках о Земле, приходится сталкиваться с проблемой масштаба в более широком понимании. Этому способствует недостаточная разработанность теории науки вообще и геоморфологического картографирования в особенности. Проблему масштаба приходится решать при генерализации или детализации геоморфологических карт, а также при попытках построить разномасштабные геоморфологические карты в единой легенде.

Понятие масштаба неоднозначно. Прежде всего это степень уменьшения изображения относительно оригинала («масштаб пространства», по А. Ф. Асланикашвили); это также степень детальности работ и тесно связанная с ней степень генерализации изображения на картах («масштаб содержания», по тому же автору); наконец, это размах, охват работ. Однако последнее значение

нестрого, и выражения типа «крупномасштабная операция» или «широкомасштабные мероприятия» более уместны в публицистике, чем в науках о Земле.

Подробность исследования всегда связывается в нашем представлении с масштабом карты. Геологи часто употребляют выражения «поиски в масштабе 1 : 50 000», «площадь опойскована в масштабе 1 : 25 000» и т. п., хотя новая геологическая карта может и не составляться, а загруженность карты полезных ископаемых в наибольшей степени зависит от наличия ископаемых. Масштаб поиска — это определенная инструкция и нормативами деятельности исследования: густота сети маршрутов, количество и объем горных выработок, число проанализированных образцов и проб. В геоморфологии масштаб также тесно связан с детальностью исследований.

Не вступая в дискуссии с авторами многочисленных противоречащих друг другу определений понятия «рельеф», поясним, что́ будет подразумеваться под рельефом в последующих рассуждениях. Примем определение Н. А. Флоренсова [1]: «... Рельеф — это форма земной поверхности, в той или иной степени в прямом или опосредованном виде отражающая свойства субстрата, механизм, длительность или темп геоморфологических (геологических) процессов. ... Под формой здесь понимается сочетание неровностей в их пространственной, генетической и функциональной связи». Таким образом, рельеф объемом не обладает, горные породы, составляющие формы рельефа, в понятие рельефа не входят. В. Н. Солнцев [2], рассматривая рельеф как «контактный геокомпонент», справедливо отмечает, что «геометрическое представление о поверхности раздела есть всего лишь воображаемая реальность или, точнее, математическая абстракция, обоснованность применения которой зависит от детальности масштаба конкретного исследования». Граница между литосферой, с одной стороны, и атмосферой или гидросферой — с другой, самая четкая из границ между геосферами, и толщина переходного слоя между ними при геоморфологических исследованиях всегда может быть признана пренебрежимо малой.

А. Н. Ласточкин [3, с. 42] считает, что представление о рельефе «возникает только в моделях (на картах, профилях, в описаниях), создаваемых с разной детальностью, с различными целями и принципами и находится в полной зависимости от теоретической, методической и технической вооруженности исследователя». Трудно согласиться с отрицанием объективности существования рельефа, но в приведенном высказывании содержится интересная мысль: изучая рельеф, мы всегда создаем (графически, математически, словесно или мысленно) его модель, тем более подробную, чем крупнее масштаб изучения рельефа. Графической моделью рельефа может быть геоморфологическая карта, с чем, кажется, никто не спорит, и топографическая или, лучше, специальная гипсометрическая. Относительно того, может ли карта, изображающая земную поверхность в горизонталях, быть моделью рельефа, мнения специалистов разошлись. А. И. Спиридонов [4] отвечает на этот вопрос утвердительно: горизонтали позволяют показать как континуальность рельефа, так и его дискретность, которая выделяется по перегибам горизонталей, знакам обрывов и т. д. А. Н. Ласточкин [5], исходя из определения рельефа как совокупности форм земной поверхности, последнюю рассматривает как континуальное образование, а рельеф — как дискретное и считает, что горизонтали, изображая поле высот земной поверхности, не характеризуют рельеф. Причина разной оценки гипсометрического изображения рельефа заключается не только в том, что авторы исходят из разных определений рельефа, но и в том, что А. И. Спиридонов говорит о тех топографических и гипсометрических картах, которые должны быть в идеале, а А. Н. Ласточкин о тех, которые реально существуют — с неизменно плавной рисовкой горизонталей, выложенными склонами, почти полным отсутствием знаков обрывов [6].

Проблема дискретизации земной поверхности исключительно важна, так как геоморфологи никогда не оперируют единой поверхностью как полем высот, но

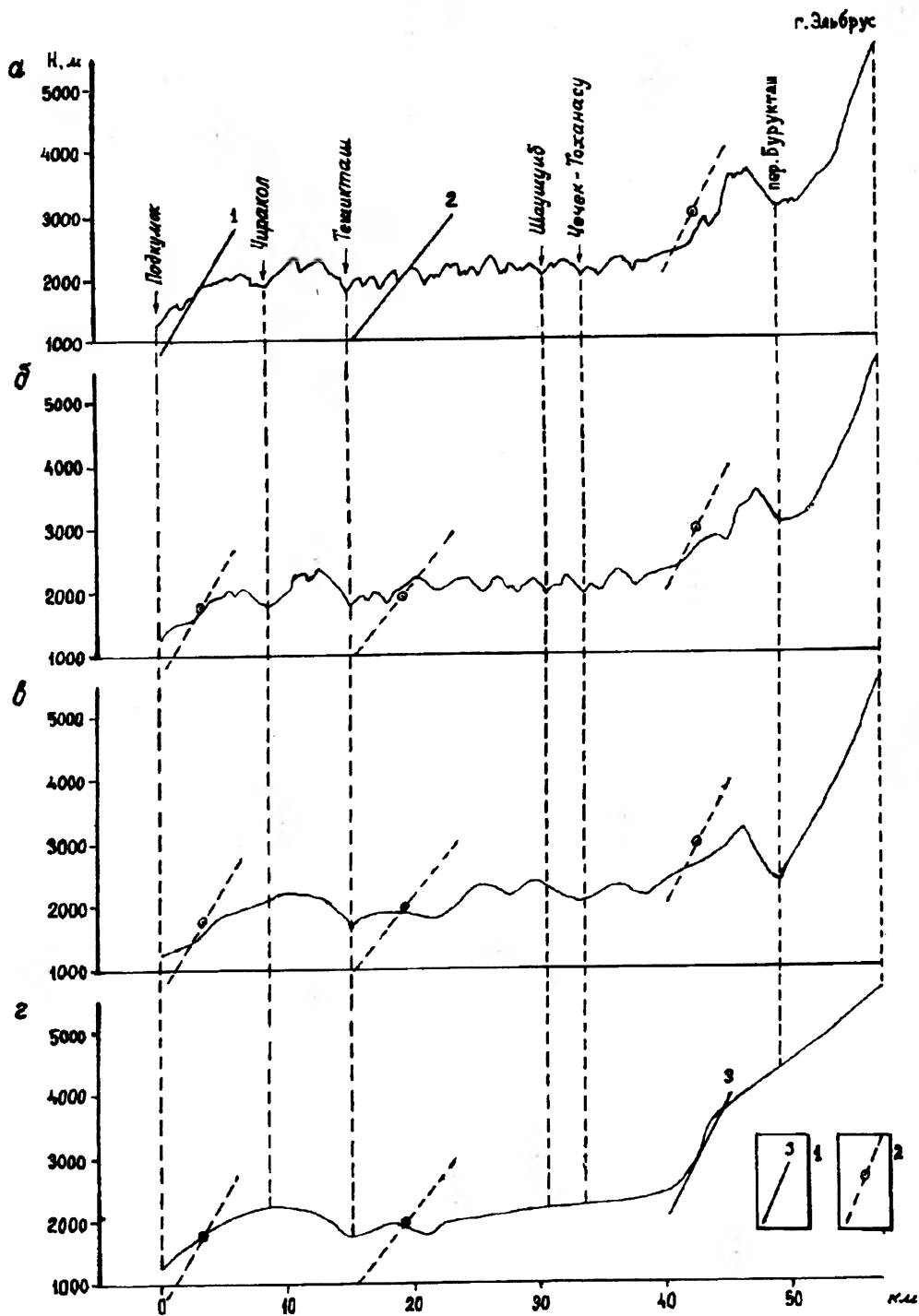
непременно выделяют ее части — формы и элементы рельефа, морфологически и генетически однородные поверхности и т. д. Одна из важнейших операций в любой науке — классификация — может быть выполнена по отношению к рельефу только путем дискретизации единой земной поверхности. Выделению форм и элементов рельефа по морфологическим признакам посвящены работы Ю. К. Ефремова [7], Б. Г. Федорова [8], А. Н. Ласточкина [6, 9]. Все эти авторы решают поставленную задачу применительно к любой величине рассматриваемых частей земной поверхности, к любому масштабу исследования. Правильно отмечается, что широко применяемое в геоморфологии понятие генетически однородной поверхности фактически основано на морфологии: эти поверхности выделяются прежде всего как морфологически однородные [6], и лишь затем им придается генетический смысл.

Масштаб геоморфологических исследований в широком смысле определяется размерами изучаемых форм и элементов рельефа. Диапазон этих размеров не имеет четких границ: картографируя и описывая рельеф, например, Баргузинской котловины, исследователь основное внимание уделяет днищу котловины, обрамляющим ее хребтам, долинам рек, террасам («куйтунам»), конусам выноса селей и т. д.; в то же время может быть охарактеризовано положение котловины в пределах Байкальской горной страны (переход к более мелкому масштабу), описаны и нанесены на карту формы микрорельефа (более крупный масштаб).

Высказано множество различных мнений о существовании геоморфологической сферы (А. Е. Криволицкий) или геоморфологической системы (О. В. Кашменская, З. М. Хворостова и др.) и об их границах. Крайне трудно найти пределы той сферической оболочки, процессы в которой влияют на формирование рельефа, но совершенно ясно одно: чем больше рассматриваемые нами формы рельефа, тем дальше от земной поверхности — вниз и, вероятно, вверх — уходят границы сферы, процессы в которой их образовали [10]; таким образом, само понятие геоморфологической сферы, или геоморфологической системы меняется в соответствии с масштабом исследования.

Когда мы переходим от морфологической характеристики выбранного участка поверхности или формы рельефа к генезису, сразу встает вопрос о том, что такое генетическая однородность. Из-за неоднозначности ответа на этот вопрос некоторые исследователи (например, Н. В. Башенина) вообще отрицают существование генетически однородных поверхностей. Действительно, в пределах даже весьма малого участка земной поверхности можно выделить части, сформированные разными процессами; абсолютную однородность генезиса можно только вообразить. Но если задаться определенной степенью детальности модели, зафиксировать «уровень неразличимости» [11], то можно говорить о едином генезисе для рассматриваемой части земной поверхности, будь то склон оврага, речная терраса или обширная морская аккумулятивная равнина. Степень обобщения генезиса в разных масштабах различна, но принцип генетической характеристики сохраняется. Вследствие этого возникает проблема создания единой всемасштабной геоморфологической легенды. Примеры таких легенд общеизвестны [12, 13]. Г. С. Ганешин подробно рассматривает способы генерализации и детализации геоморфологических карт [14, с. 54—59]. Геоморфологи ВСЕГЕИ [13, 14] предлагают составлять в разработанной ими легенде карты в масштабах от 1 : 25 000 до 1 : 7 500 000. Основное содержание карты любого масштаба, ее качественный фон — генетически однородные поверхности, образованные преимущественно экзогенными процессами; тектонические формы рельефа читаются главным образом косвенно — по набору экзогенных процессов и характеру рисовки контуров.

Способ генерализации, предлагаемый Г. С. Ганешиним, уже несколько настаивает: в мелких масштабах генетически однородные поверхности превращаются в типы рельефа, и аналитический характер легенды выдерживается недостаточно строго. Главная же сложность состоит в том, что основное содержание



Профили северного склона Большого Кавказа, построенные по картам разных масштабов
 а — 1 : 100 000; б — 1 : 500 000; в — 1 : 2 500 000 (Гипсометрическая карта СССР под ред. И. П. Заруцкой. М.: ГУГК, 1949); г — 1 : 2 500 000 (Атлас СССР. М.: ГУГК, 1984)
 1 — касательные к профилю и их номера; 2 — касательные и точки касания, перенесенные на другие профили

мелкомасштабной карты должны составлять крупные, тектонические формы рельефа, а для них в этой легенде отведен лишь косвенный способ изображения.

О какой же поверхности мы говорим, рассматривая ее генезис? Она будет различна в разных масштабах, и при уменьшении масштаба генетическая характеристика будет не только все более общей, но будет претерпевать и качественные изменения. Так, рассматривая бархан, в целом аккумулятивную форму, мы сможем в крупном масштабе выделить наветренный склон, который правильнее будет охарактеризовать как дефляционный, и подветренный, аккумулятивный. С уменьшением масштаба будут выделяться отдельные барханы — уже целиком, затем барханные цепи, затем площади распространения аккумулятивных эоловых форм. Казалось бы, если эти площади достаточно велики (Каракум, пустыня Тар, пустыни Австралии), их можно показать в каком угодно масштабе, но уже в масштабе: $1 : 500\,000$ возникает препятствие: эоловые формы практически не выражаются в горизонталях, на гипсометрической карте мы видим плоскую равнину, и сформирована она не эоловыми процессами — последние образовали только детали рельефа. Происхождение же самой равнины может быть различным — например, поверхность северной и западной частей Прикаспийской низменности создана морской аккумуляцией, что и следует показать на карте. В масштабах от $1 : 1\,500\,000$ и мельче вся Прикаспийская низменность выступает уже как равнина, образовавшаяся вследствие интенсивного тектонического опускания, т. е. снова меняется ведущий рельефообразующий фактор.

Рассмотрим четыре топографических профиля северного склона Большого Кавказа от впадения р. Карсунки в Подкумок до вершины Эльбруса (рисунок). Первый профиль (*а*) построен по топографической карте масштаба $1 : 100\,000$ и уменьшен в 5 раз; при уменьшении неизбежны были потери некоторых деталей, но по возможности они были сведены к минимуму. Второй (*б*) построен по топографической карте $1 : 500\,000$. Последние два (*в*, *г*) — по гипсометрическим картам масштаба $1 : 2\,500\,000$ и увеличены в 5 раз; из этих карт первая гораздо более детальна, чем вторая. Вертикальный масштаб всюду превышает горизонтальный в 5 раз. Вертикальные штриховые линии соединяют идентичные характерные точки рельефа.

Характеризуя рельеф по одной и той же линии, профили различаются не только детальностью, но и показывают рельеф, не одинаковый по происхождению. На профиле *а* большая часть отрезков — это склоны долин, образованные эрозией и комплексом склоновых процессов; на профиле *б* часть долин исчезает, выявляется первичная тектоническая поверхность; на профилях *в* и *г* эта поверхность уже почти не нарушена экзогенными процессами. Можно не сомневаться, что детализация профилей приведет к выявлению все новых поверхностей, генетическая характеристика которых будет также новой, отсутствовавшей в мелких масштабах; в высокогорье появятся, например, солифлюкционные террасы, хотя, конечно, нельзя сказать, что склон в целом образован солифлюкцией. А уменьшение масштаба исходных материалов приведет к тому, что профили будут показывать только самые общие черты морфоструктуры, совершенно свободные от экзогенной моделировки.

Наличие на рисунке двух сильно различающихся профилей, построенных по одномасштабным картам, напоминает нам о том, что кроме масштаба пространства существует также масштаб содержания, который, согласно А. Ф. Асланикашвили, связан с первым, но не тождествен ему.

В математике есть сравнительно новое и малоизвестное понятие — фракталь. Оно еще не вошло в энциклопедию, в том числе и специальные математические. Не устоялся и русский вариант термина: пишут «фракталь» в мужском и женском роде и «фрактал». Фрактали тесно связаны с понятием масштаба. Фракталь — это кривая (при рассмотрении на плоскости) или поверхность (в трехмерном пространстве), в первом приближении имеющая простую форму, а при детальном рассмотрении становящаяся все более сложной, причем это усложнение бесконеч-

но: «размер неровности мал, но много больше некоторого, еще меньшего» [15]. Такой фракталью и можно считать земную поверхность. При этом вопрос о двумерности или трехмерности рельефа, который давно уже служит предметом дискуссии, решается нетривиально: размерность фрактальной поверхности дробная — она больше двух и меньше трех. Размерность больше двух совершенно не означает, что рельеф имеет объем, тем более, что трехмерным он так и не становится. Объяснение этой размерности ближе всего соответствует уже упомянутому представлению о переходном слое с пренебрежимо малой толщиной [2].

К фрактальной поверхности или линии нельзя провести касательную. В этом мы убедились, рассматривая профили: касательная, проведенная к любому профилю, будучи перенесена на профиль, построенный по карте иного масштаба, всегда становится секущей, причем точка касания может оказаться как выше, так и ниже линии профиля и лишь в частном случае попадает на нее.

На мелкомасштабном профиле крутизна склонов сравнительно невелика, несмотря на преувеличенный вертикальный масштаб. С увеличением масштаба пологие участки делятся на более мелкие, обычно более крутые. Поэтому даже по безупречно составленным средне- и мелкомасштабным картам, — а составляются они отнюдь не безупречно — нельзя измерять углы наклона, они всегда окажутся преуменьшенными, и едва ли правильно помещать на карте масштаба 1 : 100 000 шкалу заложений.

Применение понятия фракталей в науках о Земле не ново [16]. Более того, само становление этого понятия связано, в частности, с предпринятой в начале века попыткой Льюиса Ф. Ричардсона измерить протяженность береговой линии Великобритании по картам разных масштабов. Подход к земной поверхности как к фрактальной заставляет отнестись с осторожностью к выделению в качестве объекта геоморфологического анализа «элементарной морфологической единицы» [17], так как по авторскому определению это наименьший по площади, как правило, более неделимый участок поверхности, единый по уклону, морфологии и экспозиции. Единство по всем этим показателям тесно связано с масштабом, степень единства определяется масштабом исследования.

Масштаб определяет четкость или нечеткость границ элементов рельефа при изображении его как на геоморфологической карте, так и на топографической. Переход от поверхности плато к склону, обозначенный как четкий на карте масштаба 1 : 1 000 000 (например, бровка северо-восточного склона Четласского Камня на Тимане), на крупномасштабных картах окажется уже заметно скругленным; на геоморфологической карте нужно обозначить этот переход как морфологически нечетко выраженную границу, а на топографической карте этот перегиб поверхности отрисовывается плавными изгибами горизонталей. Склоны, разделяющие террасы равнинных рек, в крупных масштабах рисуются несколькими горизонталями, с уменьшением масштаба — иногда знаком обрыва, иногда одной горизонталью, а в мелких масштабах могут и вообще не быть отражены горизонталью; на геоморфологической карте в крупном масштабе это полоса склона (обычно делювиального происхождения), в средних и мелких масштабах она превращается в границу, иногда показанную как обрыв. Плоская вершина горы может стать в мелком масштабе острой, если только плоская поверхность — не реликт поверхности выравнивания; такой реликт должен быть показан на геоморфологической карте либо путем преувеличения площади вершины, либо введением внесмасштабного знака.

Из этого следует, что обозначения рельефа на топографической карте, которые воспринимаются обычно как не зависящие от масштаба, на самом деле тесно с ним связаны. Знаки обрывов, скальных гребней, прием слияния горизонталей изображают элементы рельефа определенных, зависящих от масштаба размеров, а с изменением масштаба меняется и способ изображения.

Дискретизацию земной поверхности А. Н. Ласточкин предлагает проводить по структурным линиям, определяемым как первая и вторая производные от высоты по горизонтальным координатам [10]. Это можно делать только в соответствии с

масштабом исследования: граница, проведенная по методу А. Н. Ласточкина по исходным материалам одного масштаба, будучи перенесена на другой масштаб, уйдет вглубь или повиснет в воздухе. На исходных материалах разных масштабов рисунок структурных линий может оказаться весьма различным. Тезис того же автора о масштабной универсальности понятий об элементах земной поверхности [18] верен постольку, поскольку речь идет об одной морфологии; в то же время сходные и даже идентичные по морфологии, но значительно различающиеся по размеру формы имеют совершенно разный генезис и возраст — а на этих показателях строятся по преимуществу легенды геоморфологических карт. Поэтому создание иерархической классификации форм рельефа следует все же признать необходимым.

Наиболее распространенные ошибки в тематическом картографировании и в особенности в геоморфологическом связаны с масштабом, а именно с неправильным отбором картографируемых объектов по их величине. Так, на денудационном Ставропольском плато, образовавшемся на одноименном сводовом неотектоническом поднятии, в масштабе 1 : 500 000 выделяют обширные площади, «сформированные хемогенными и суффозионными процессами». Между тем поверхность плато в целом создана сложным комплексом денудационных процессов, которые отпрепарировали бронирующие слои устойчивых, преимущественно карбонатных пород, а хемогенные процессы (карст, в меньшей степени образование солончаков), суффозия, просадки лёссов образовали только мелкие детали этой поверхности.

Генерализация рельефа на гипсометрических картах — это, по И. П. Заруцкой, переход от мелких форм рельефа к более крупным. То же требование следует применить и по отношению к генерализации геоморфологических карт. Но формы разного размера образованы разными процессами, а из этого следует и качественное различие их генетической характеристики. В общем случае с уменьшением масштаба центр тяжести генетической характеристики смещается от экзогенных процессов к эндогенным, от морфоскульптур к морфоструктурам. Наиболее крупные формы рельефа все тектонические, независимо от того, мала или велика была роль в их образовании экзогенных процессов.

Генерализация генетической характеристики рельефа будет происходить, видимо, по-разному для разных сторон этой характеристики. Многочисленные классификации морфоструктур, как правило, сходятся в одном: они строятся по ранговому принципу, с выделением единиц разного размера. Обобщение по морфоструктурному признаку и будет происходить путем перехода от малых морфоструктур к большим; в крупных масштабах эндогенная составляющая рельефообразования может вообще не проявиться, а в средних и мелких она обязательна. Генерализация по экзогенному фактору рельефообразования в общем должна идти в направлении все более широкой характеристики процессов (от карбонатного и сульфатного карста к карсту вообще, от водно-ледниковых и озерно-ледниковых к перигляциальным процессам и т. д.); но в ранее опубликованной статье на эту тему [19] автор не учел возможности коренного изменения экзогенного процесса при переходе к другому масштабу. В той же статье предложено характеризовать морфоскульптуру и с количественной стороны — по степени переработки морфоструктур экзогенными процессами. Возможно, и эта характеристика претерпит в ходе разработки темы некоторые изменения: оценивать придется как экзогенный рельефообразующий фактор, сформировавший общие черты рельефа, так и тот, которым образованы детали.

На основании такого обобщения должна быть построена не единая для всех масштабов легенда, а единая система легенд для разных масштабов; она будет показывать основные процессы, образовавшие формы рельефа, которые выражаются в масштабе картографирования; процессы, конечно, различны для разных масштабов. Интересна система легенд, построенная И. Х. Салимовым [20]: она основана именно на этом принципе. Главными для данного масштаба следует считать формы, изображающиеся основным, обычно цветовым качественным

фоном карты. Формы и элементы рельефа, которые не могут быть выражены качественным фоном, изображаются линейными или точечными немасштабными знаками. При большом количестве мелких форм каждую из них нельзя выразить самостоятельным знаком, и нужно переходить к знаку ареала. Так, путем изменения с масштабом методов картографического изображения одних и тех же форм или элементов рельефа, мы передаем главное изобразительное средство — качественный, обычно цветовой фон — все новым размерным рангам форм. В связи с этим находит решение долгий спор между сторонниками аналитического и синтетического методов геоморфологического картографирования. В крупных масштабах, когда единицы картографирования — это сравнительно простые по морфологии, генезису и возрасту участки земной поверхности, удобно применять разные, не зависящие друг от друга системы условных обозначений для изображения генезиса, возраста и морфологии; последняя может и вообще не обозначаться специально, а читаться лишь косвенно. Преимущество этого метода в крупных масштабах состоит в возможности увидеть на карте поверхности одного генезиса независимо от возраста и разновозрастные поверхности разного происхождения. Поскольку главным качественным фоном обозначается обычно генезис, карты, составленные таким образом, часто называют генетическими. В более мелких масштабах характеристика картографируемых объектов становится комплексной, так как разными картографическими методами обозначаются формы и сочетания форм разного размера; например цветовой фон изображает морскую аккумулятивную равнину, а ареалы на нем — участки распространения золотых форм. Здесь применить особую систему знаков для возраста, например штриховку, затруднительно: не будет ясно, относится ли знак возраста к позднеплейстоценовой морской равнине или к голоценовому золотому рельефу. Имеет смысл придать цветовому фоновому обозначению не только генетический, но и морфологический, и возрастной смысл. Иначе говоря, карта из генетической становится морфогенетической или морфохроногенетической. Немасштабные знаки и знаки ареалов всегда имеют морфогенетический характер и часто сопровождаются указанием возраста.

Проблема масштаба в геоморфологии тесно связана с задачей правильного выбора материалов дистанционного зондирования.

Дальнейшее развитие этой темы может идти по следующим направлениям: построение иерархической классификации рельефа применительно к разным масштабам исследования на основе представления о «неравнозначности», «разномасштабности» рельефообразующих факторов [21]; разработка понятия масштаба времени в геоморфологии; разработка понятия масштаба словесного описания.

Классификация рельефа, вероятно, не будет единой, потребуются разные классификации для морфоструктур и морфоскульптур; для каждой классификационной единицы должен быть указан диапазон масштабов, в которых она может фигурировать. Масштаб времени связан с общепризнанным положением: чем форма рельефа крупнее, тем она древнее; масштаб времени требует строгого определения понятия «возраст рельефа»: ныне существующие определения плохи уже одной своей многочисленностью. Наконец, о масштабе словесного описания вообще мало задумываются, хотя эта проблема поставлена Н. Н. Баранским уже давно, а мы часто подсознательно оперируем этим понятием, говоря, что какая-то региональная работа носит слишком общий характер или, наоборот, перегружена деталями.

Выводы

1. Масштаб исследования в геоморфологии определяется размерами форм рельефа, которым в данном исследовании уделяется основное внимание: чем крупнее эти формы, тем мельче масштаб.

2. Изучая рельеф, мы всегда оперируем не реальной формой земной поверхности, а ее моделью — графической, математической, словесной или мысленной. Эта модель тем ближе к действительности, чем крупнее масштаб исследования.

3. В изучении рельефа перспективен подход к земной поверхности как к фракталам.

4. В зависимости от масштаба меняется объект картографирования: с переходом от малых форм в крупном масштабе к большим формам в мелком масштабе генетическая характеристика форм рельефа. В целом это связано с тем, что малые формы — это преимущественно морфоскульптура, а крупные — морфоструктура; но генезис изменяется и в пределах каждой из этих категорий — от процессов, создавших детали рельефа, к процессам, образовавшим крупные формы.

5. Единая всемасштабная геоморфологическая легенда не может отразить в полной мере строение, происхождение и возраст рельефа. Нужна единая система легенд, основанная на иерархической классификации рельефа; видимо, классификацию морфоструктур и морфоскульптур нужно строить отдельно. С переходом от крупных масштабов к мелким аналитический метод картографирования должен сменяться синтетическим.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Флоренсов Н. А. Некоторые аспекты понятия «возраст рельефа»//Геоморфология. 1976. № 1. С. 13—21.
2. Солнцев В. Н. Контактные и массивные геокомпоненты//Географические границы. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 115—125.
3. Проблемы теоретической геоморфологии. М.: Наука, 1988. 257 с.
4. Спиридонов А. И. К вопросу об элементаризации земной поверхности//Геоморфология. 1990. № 2. С. 27—30.
5. Ласточкин А. Н. Элементаризация рельефа и язык его геометрии//Геоморфология. 1990. № 2. С. 36—38.
6. Ласточкин А. Н. Дискретность и непрерывность земной поверхности, ее геоморфологическая и топографическая модели//Геоморфология. 1988. № 4. С. 21—29.
7. Ефремов Ю. К. Опыт морфографической классификации элементов и простых форм рельефа//Вопросы географии. Сб. 11. М.: Географгиз, 1949. С. 109—136.
8. Федоров Б. Г. Морфологический анализ и морфодинамический синтез//Вест. ЛГУ. 1983. № 18. С. 31—41.
9. Ласточкин А. Н. Морфодинамический анализ. Л.: Недра, 1987. 256 с.
10. Хворостова З. М., Милаева Л. С. О системном подходе к рельефу как о части программы изучения природных ресурсов Земли с помощью космических средств//Аэрокосмические исследования природных ресурсов Сибири и Дальнего Востока. Новосибирск: ИГиГ СО АН СССР, 1979. С. 109—122.
11. Арманд А. Д. Ландшафт как конструкция//Изв. ВГО. 1988. Т. 120. Вып. 2. С. 120—125.
12. Борисевич Д. В. Универсальная морфохроногенетическая легенда для геоморфологических карт крупного, среднего и мелкого масштабов и принципы генерализации при переходах к картам более мелкого масштаба//Географический сборник 3. М.: ВИНТИ, 1969. С. 137—153.
13. Методическое руководство по геоморфологическим исследованиям. Л.: Недра, 1972. 384 с.
14. Ганешин Г. С. Геоморфологическое картирование и картирование четвертичных отложений при геологосъемочных работах. М.: Недра, 1979. 112 с.
15. Зельдович Я. Б., Соколов Д. Д. Фракталы, подобие, промежуточная асимптотика//Успехи физ. наук. 1985. Т. 146. Вып. 3. С. 493—506.
16. Goodchild M. F., Mark D. M. The fractal nature of geographic phenomena//Ann. Assoc. Amer. Geogr. 1987. V. 77. No 2. P. 265—278.
17. Тимофеев Д. А. Элементарные морфологические единицы как объект геоморфологического анализа//Геоморфология. 1984. № 1. С. 19—29.
18. Ласточкин А. Н. Понятие об элементах в геоморфологической науке//Геоморфология. 1988. № 3. С. 3—12.
19. Лазаревич К. С. Связь геоморфологической легенды с масштабами карты и используемых фотоматериалов//Сборник научных трудов Госцентра «Природа». Вып. 8. М.: ЦНИИГАиК, 1986. С. 74—85.
20. Салимов И. Х. Опыт построения синтетической легенды для средне- и крупномасштабных геоморфологических карт//Сов. геология. 1988. № 10. С. 52—54.
21. Башенина Н. В. О геоморфологической карте мира в масштабе 1 : 40 000 000 и унификации легенд геоморфологических карт//Методика геоморфологического картирования. М.: Наука, 1965. С. 132—140.

The scale problem is treated in a broad sense; the scale shows in which detail the studies are carried out. In the geomorphology the scale depends on the range of landforms' dimensions. The Earth surface may be considered as a fractal, and with enlargement of scale smaller and smaller landforms come into view of researcher. A system of geomorphological legends applicable to different scales and based on hierarchic classification of landforms should be preferred over a unified legend for all the scales.

УДК 551.4

© 1993 г. А. М. ТРОФИМОВ

ТЕОРИЯ ФОРМАЛИЗАЦИИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ А. Е. ШАЙДЕГГЕРА

Формализация научного знания — явление весьма распространенное в географии со времен «количественной революции». В этой связи математика и системный анализ все шире внедряются в область географических наук.

Отправным пунктом методологического обоснования формализации и математического моделирования геосистем должен служить факт тесной связи моделирования с системным подходом. Моделирование, предполагающее установление определенного соответствия между моделью и «оригиналом», становится наиболее эффективным, когда сознательно опирается на системные представления об исследуемом объекте и модели. Системный подход позволяет более четко формулировать задачи, что способствует эффективному процессу формализации географических представлений. Формализация в свою очередь естественным путем допускает процесс моделирования и главным образом математического.

Применение математического аппарата позволяет более точно описать объект исследования; математика дает географии строгий язык для описания абстрактно-всеобщих сторон материальных явлений геосферы и, что особенно важно, способствует получению новых выводов и данных, глубоко вскрывающих сущность географических объектов. Строясь как формальное исчисление, математика обладает относительной самостоятельностью по отношению к естествознанию и может породить понятия, географическая интерпретация которых способна привести к открытию новых явлений.

Особенно важны эти проблемы в геоморфологии, где основными являются задачи описания динамических явлений и процессов, протекающих в различных климатоландшафтных условиях. Это требует формализованного представления окружающей среды, и такую формализацию дает математическое моделирование, основанное на системном подходе.

Однако использованием только математических средств задачи геоморфологии вряд ли можно решить полностью. Дело в том, что в геоморфологии далеко не все можно выразить количественно отчасти вследствие отсутствия полной информации об исследуемом объекте, но в основном по причинам принципиального характера. Зачастую бывает невозможно установить количественные зависимости между геоморфологическими объектами, так как компоненты геоморфосистем динамично меняют структуру, функции и т. п. В целом в настоящее время геоморфологические объекты невозможно осмыслить и представить только на количественном уровне, да и вряд ли это можно будет сделать в будущем.