

УДК 551.4.011

© 2007 г. Э.А. ЛИХАЧЕВА, Д.А. ТИМОФЕЕВ

## К ИЕРАРХИИ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКИХ СИСТЕМ С ПОЗИЦИЙ ИХ ОРГАНИЗОВАННОСТИ<sup>1</sup>

Рельеф земной поверхности – геоморфологическая сфера – это сложно устроенное, упорядоченное (организованное) в пространстве и времени единство, представляющее собой поле высот, поле структурной напряженности, характеризующееся физическими (морфометрическими, морфодинамическими и др.), геофизическими (гравитационными, электромагнитными, сейсмическими), физико-химическими (вещественными) показателями.

Рельеф всей надводной, подводной и подледной поверхности Земли можно представить в виде сочетаний больших и малых геоморфологических систем (ГМС) разного типа и ранга, возникших и продолжающих возникать, развиваться и организовываться благодаря взаимодействию внутриземных и внешних факторов и агентов рельефообразования.

Одним из аспектов геоморфологического анализа является задача по типизации, классификации и иерархии геоморфологических объектов и систем [1]. Решение этой задачи затрудняется рядом теоретических и методических обстоятельств. Как показал в своей известной книге Д. Харвей [2], проблема классификации географических объектов одна из наиболее сложных, ибо могут быть применены различные принципы не всегда легко согласующиеся между собой. Геоморфологические классификации традиционно строятся на двух главных принципах, – размерном и генетическом – которые не всегда увязываются один с другим.

Иерархические построения – логические операции, направленные на разделение всего множества предметов исследования на подчиненные друг другу группы. Эти операции могут осуществляться на основании знаний объективных систем или единств (совокупностей или агрегатов), соответствующих предметам. В нашем случае – геоморфологических объектов. При этом принимается, что “система” – это целое, состоящее из частей, внутренне и неразрывно связанное между собой по определенному закону или принципу, в то время как “агрегат” – совокупность предметов, соединенных друг с другом преимущественно внешними для них связями.

Исходя из этих определений, можно предложить следующую, самую общую структуру подчинения геоморфологических объектов по уровню связи:

первый уровень – “все связано со всем” – уровень глобальной агрегации, а точнее конгломерации;

второй уровень агрегации по ведущему связующему признаку. Например, по морфогенетическому (2а: море–суша; 2б: горы–равнины);

третий уровень – уровень индивидуальных связей (внутренних), определяющих сущность каждой конкретной геоморфологической системы.

Нас, прежде всего, интересует множество геоморфологических объектов, – геоморфологических систем третьего уровня – которые можно объединить (или разделить) на

<sup>1</sup> Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (проект № 07-05-00163).

подчиненные друг другу группы, и которые образуют, в свою очередь, агрегации второго уровня. Исходя из общих положений системного анализа в науках о Земле и используя опыт определения термина “геосистема” в литературе [3, 4], “*геоморфологическая система*” (ГМС) – это реально существующий и развивающийся в пространстве–времени земной поверхности и ее ближайшего окружения комплекс всех размерностей, состоящий из взаимосвязанных частей (элементов): а) рельефа, б) рельефообразующих процессов, в) внутренних прямых и обратных связей между элементами, г) внешних связей со средой и другими ГМС.

Геоморфологическая система – одна из разновидностей природно-антропогенных геосистем. Она обладает определенной структурой, устойчивостью, внутренним порядком (режимом), т.е. определенной организованностью (по В.И. Вернадскому).

Нами дано предварительное определение понятия “*организованности геоморфологической системы*”: это комплекс иерархических, генетических (исторических в том числе), морфологических, морфолитологических, динамических, морфоструктурно-морфоскульптурных связей и зависимостей, обеспечивающих устойчивое функционирование (сбалансированное равновесие) и развитие геоморфологических систем. Рельеф ГМС структурно организован потоками вещества и энергии – процессами денудации-аккумуляции, горообразования, процессами формирования долин (флювиальными) и другими рельефообразующими процессами. Эта упорядоченность и закономерная связанность всех компонентов системы позволяет системе работать (определяющая работу системы) в динамически равновесном режиме, т.е. сохранять функционально единое целое и определенный порядок (режим) явлений в конкретных пространственно-временных пределах.

С позиций организованности можно дать новое определение: *геоморфологическая система* (ГМС) – это совокупность элементов и форм рельефа (поверхности Земли), неразрывно связанных между собой морфологически, морфолитологически и генетически потоками вещества и энергии (динамически). К геоморфологической системе можно отнести ту природную систему (геосистему), функционирование которой определяется процессами рельефообразования.

Основа возникновения и существования ГМС – поток энергии (гравитационный, тепловой и др.), вызывающий потоки вещества (литодинамические потоки, по Н.А. Флоренсову). Сущностью ГМС является рельеф земной поверхности (элементы и формы внутренне и неразрывно связанные между собой) перераспределяющий потоки энергии и вещества. При этом перераспределении меняется и сам рельеф. И это вечное противоречие между развитием и стремлением к устойчивости и есть проявление организованности ГМС [5].

Иерархия – это не простой переход от количества в качество, а особая форма интеграции (объединения в целое), подчиняющаяся своим законам формообразования, функционирования и эволюции. Холм, гора, элементарный бассейн – это ГМС локального уровня или элементарные ГМС (ЭГМС). Горный хребет, холмистая равнина, бассейн крупной реки объединены генезисом и “процессами развития”, причем каждая ЭГМС возникла и развивается не столько самостоятельно, сколько в тесной связи с остальными компонентами этой системы (высшего порядка), т.е. внешние связи ЭГМС в системе высшего порядка являются внутренними регуляторами и определяют ее целостность (и соразмерность) и морфологию.

Для ГМС высшего порядка характерна сложная и устойчивая морфологическая и морфодинамическая организованность (в данном случае – структура и направленность эндо- и экзодинамических процессов). В ГМС высшего порядка пространственно-временные сочетания ЭГМС связаны между собой не только генетически, но и функционально (рис.).

В настоящее время выделено множество ГМС по разным особенностям: морфоструктура, морфоскульптура, морфолитосистема, водосборный бассейн, биогеоморфосистема, городская территория. Каждый тип имеет свою структуру и особенности функционирования. В каждом типе ГМС выделяют подтипы (а может быть и виды) по како-



Соотношение геоморфологических систем разного типа

му-либо ведущему признаку: морфологическому, генетическому и т.д. Внутри каждого существует иерархия по возрастной или пространственно-временной организованности. Однако в природе в большинстве случаев трудно провести границы между выделяемыми типами, т. к. они, как правило, взаимосвязаны друг с другом, при этом часто территориально вложены одна в другую. Это обстоятельство не позволяет соблюдать логическую строгость при иерархических построениях. Поэтому в первую очередь устанавливается некая иерархия по морфогенетическим признакам, выраженным набором специальных терминов – терминологическая иерархия (рис.). Следующим шагом должна быть работа по упорядочению определений (понятий) этих терминов. Каждое определение должно содержать строгое число характеристик и свойств, определяющих структуру данной ГМС. Например, в матричном виде (таблица).

Структура геоморфологической системы подчиняется определенным законам и правилам и представляет собой упорядоченное единство, целостность которого обеспечивается внутренними (и внешними тоже) взаимосвязями и зависимостями. Эти законы и правила, согласно которым формируется упорядоченное единство и обеспечивается его целостность, составляют суть понятия “организованность геоморфологической системы”.

Типизация и установление иерархического ряда ГМС относительно проста при применении принципа размерности систем – их пространственного ранга. Выделяются глобальные, материково-океанические, региональные и локальные системы.

**Глобальные геоморфологические системы** (первый уровень – конгломерация). Планета Земля с разнообразием ее рельефа – это надсистема. Если исходить из правила, что каждая система делится на системы меньшего ранга и является частью более крупной системы, то Земля есть часть планетной системы Солнца. Изучением рельефа планеты занимается планетоморфология.

Рельеф Земли подразделяется на две глобальные системы – континентальную и океаническую. Часто выделяют еще в качестве третьей глобальной системы переходную

Матрица структуры ГМС

Типы ГМС	Свойства ГМС, определяющие сущность системы			
	морфология	морфометрия	литология	динамика
Водосборный бассейн				
Морфолитосистема				
Биогеоморфосистема				
...				
...				

зону между континентами и океанами. Вообще деление на три характерно для многих природных объектов и явлений [6, 7]. Но в данном случае выделение переходной ГМС глобального ранга затрудняется тем, что геоморфологически (как и геотектонически, геодинамически) переходные области неоднородны, а границы их трудно определимы. Обычно выделяют два типа переходных зон – пассивный и активный [8], которые существенно отличаются друг от друга по комплексу показателей (тип земной коры, рельефа, подвижность и пр.) и единственное, что их объединяет это переходное от континента к океану положение. По существу же в так называемые переходные зоны включаются некоторые участки материков и части дна. При этом какие части, в каких границах не оговаривается. В то же время континентальная и океаническая системы выделяются и по различиям в рельефе (в наборе типов и форм рельефа), и в его истории, и в динамике, и по строению земной коры.

К континентальной ГМС относятся поверхности континентов и крупных островов, шельф и материковый склон, по нижней границе которого проводится граница между континентом и дном океана. Материковое подножие – переходная зона на самом деле, которая с одной стороны, тесно связана генетически и динамически с сушей, в особенности с материковым склоном, но, с другой стороны, это часть ложа океана.

Из сказанного следует, что литосферные плиты не могут рассматриваться как особые ГМС, т.к. критерии их выделения не геоморфологические, а геофизико-динамические.

Таким образом, принцип выделения глобальных ГМС *морфотектонических*. Однако имеется еще один тип глобальных ГМС – *морфоклиматические* пояса, зоны и провинции, которые накладываются на морфотектонические подразделения.

Глобальные геоморфологические системы подразделяются на региональные (макро- и мезосистемы) и локальные (мезо- и микросистемы).

**Региональные и локальные геоморфологические системы** (второй уровень – агрегация). Здесь мы сталкиваемся с непростым вопросом о соотношении системной типизации и иерархии с морфоструктурно-морфоскульптурным принципом анализа. Если рельеф есть морфоструктура + морфоскульптура, то тогда и морфоскульптура и морфоструктура представляют собой составные части (элементы) геоморфологической системы. Но с другой стороны, мы выделяем самостоятельные системы по генетическому принципу, что особенно явно проявляется при выделении морфоскульптурных (флювиальных, эоловых и др.) территориальных комплексов. Возможно, нужно говорить о морфоструктурной и морфоскульптурной подсистемах в рамках геоморфологических систем любого ранга, любого иерархического уровня, или же различать полные (сложные) ГМС и частные.

Как бы то ни было, региональные геоморфосистемы выделяются в основном по морфоструктурному и возрастному принципам: древние и молодые, низкие и высокие платформенные равнины, горы разного типа и возраста.

Согласно типизации геосистем, предложенной В.Б. Сочавой [3], гомогенные геосистемы (ареалы) называются геомерами, гетерогенные – геохорами. Глобальные и региональные ГМС – типичные геохоры, т. к. в них, наряду с внутренним единством, обусловленным особенностями морфоструктуры или морфоклиматическими свойствами, присутствуют и различные частные морфоструктурные и морфоскульптурные геомеры. Как правило, крупные ГМС являются геохорами, частные и мелкие – геомерами.

Чтобы разобраться с иерархическим соподчинением ГМС разного ранга приведем конкретный пример региональной ГМС, в которой выделяется комплекс частных систем – геомеров. Речь пойдет об обширной области аридных гор и равнин Центральной Азии, конкретнее – о рельефе пустыни Гоби в Монголии и Китае.

Система субширотных возрожденных горных хребтов и кражей Восточного Тянь-Шаня, Монгольского и Гобийского Алтая, Гобийского Тянь-Шаня разделена впадинами. Морфотектонически это система субпараллельных или сходящихся под острым углом сводообразных валов и равнинных впадин между ними, развивающихся в условиях сжатия земной коры в течение позднемезозойского и кайнозойского времени. Осевые

части хребтов, а иногда и впадин, подвергаются раскалыванию системой крутопадающих разломов, по которым происходит поднятие центральных частей валов-сводов, а подгорные скаты валов образуют пьедесталы воздымающихся осевых зон хребтов. Пьедесталы представлены двускатными аккумулятивно-денудационными наклонными равнинами – бэлями. Этот тип новейшего горообразования получил название “гобийского типа пьедестальных гор”.

Первой (верхней) градацией, иерархического ряда ГМС этого региона является вся область (провинция) пьедестальных гор и равнин Центральной Азии. По типам рельефа, их генезису, динамике и функционированию в пределах этой крупной ГМС выделяется несколько рангов малых (частных) ГМС – геомеров и геохоров. Так, выделяются по морфоструктуре и морфодинамике геомеры гор и геомеры равнин междугорий, бэли (склоны сводообразных валов), бассейны крупных временных водотоков (по-монгольски – сайров), плакоры между малыми сайрами с покровом гаммад, денудационно-аккумулятивные днища впадин – плайи. На определенном этапе все эти частные ГМС становятся устойчивыми. Несмотря на продолжающиеся эндогенную и экзогенную динамику, общая структура всей области и каждой частной ГМС остается организованной и упорядоченной. Территория Гоби относительно слабо населена и переработана антропогенным воздействием (особенно в монгольской части). В данном случае структура высшей системы (сочетание гор и равнин) обеспечивает и собственную организованность и устойчивость (гомеостазис) частных систем низших рангов.

Морфодинамическое функционирование здесь выражается следующим образом:

– в горах продолжается их рост в высоту и по площади (формирование форбергов) и их денудационное разрушение с образованием обломочного материала разной крупности;

– обломочный материал периодически выносятся временными склоновыми и русловыми потоками на подгорную равнину – бэль;

– аккумуляция пролювия с его дифференциацией по крупности и мощности происходит по зонам на бэле: максимальная крупность и мощность наблюдается в верхней части подгорной равнины;

– продолжающийся подъем гор, захватывающий и верхнюю зону бэля, обуславливает врезание русел и смещение зоны интенсивной аккумуляции в среднюю часть подгорной равнины;

– до днища впадины доходит лишь мелкоземистый материал (песок, илы), образующий временную аккумулятивную плайю; затем включается эоловый процесс, и ветер выносит мелкозем из днища впадины, которое остается лишенным рыхлого покрова; отличительная особенность многих впадин Гоби – отсутствие наносов.

Таким образом, можно выстроить следующий иерархический ряд ГМС Гоби (семь рангов): 1) крупный геохор аридных гор и впадин, 2) горы и (или) равнины бэлей и днищ впадин, 3) водосборы крупных сайров, 4) водосборы малых сайров, 5) плайи, 6) русла, 7) плакоры с гаммадой. К этому добавляются участки эоловых песков (особенно в китайской части Гоби), впадины выдувания, островные горы различного происхождения (останцовые, вулканические, форберги). Там, где ослаблено воздействие новейших тектонических дислокаций, образуется и сохраняется остаточный мелкосопочный рельеф; в местах же молодых блоковых движений на бэлях или на перемычках между соседними хребтами формируется новый мелкосопочник в виде тектонического (точнее, тектоно-эрозийного) бедленда [9].

Это один из подходов к типизации и пространственной иерархии ГМС, который может быть применен при геоморфологическом картографировании и, особенно при районировании территории.

В заключение остановимся на непростом вопросе о границах ГМС. Пространственная организованность предполагает упорядоченность во всем, в том числе и упорядоченность контактных, переходных, граничных зон между компонентами и элементами ГМС, между различными соседствующими ГМС, между контактирующими геосферами.

Геоморфологические границы – это отнюдь не тривиальная задача. Вопрос о границах тесно связан с иерархией ГМС. Одни границы являются общими для нескольких типов ГМС или ГМС разного ранга, а другие – “индивидуальные” только для данной ГМС. Например, при бассейновом анализе границы также как и бассейны различаются по порядкам. Но граница элементарного бассейна может в определенной ситуации оказаться одновременно и границей бассейна второго, третьего и более высокого порядка или всех перечисленных порядков одновременно. В то же время “индивидуальные” могут принадлежать только данному бассейну любого порядка.

Границы бассейнов выделяются по морфологическим признакам. Но на разных участках они могут отражать разные, выраженные в рельефе, особенности геоморфологических объектов – морфоструктуру, литологию, тектонику. Это касается и других однотипных групп ГМС, границы которых выделены по какому-либо одному ведущему признаку.

Границы – это и элементы внутренней структуры ГМС и внешнего контакта или взаимодействия с соседними системами. Границы характеризуются различной устойчивостью. И в этом отношении весьма интересны участки “перехватов” речных долин. Границы несут не только пространственную, но и временную, и морфодинамическую информацию. Их можно систематизировать. У них есть и морфометрические, и морфологические, и динамические линейные и объемные системообразующие характеристики. И эта тема требует серьезного рассмотрения.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А.* Организованность геоморфологических систем // Новые географические знания и направления исследований. Киев: Вища шк., 2006. С. 51–57.
2. *Харвей Д.* Научное объяснение в географии. М.: Прогресс, 1934. 502 с.
3. *Сочава В.Б.* Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. 319 с.
4. *Лихачева Э.А., Тимофеев Д.А.* Экологическая геоморфология. Словарь-справочник. М.: Медиа-Пресс, 2004. 239 с.
5. Развитие рельефа и его устойчивость / Д.А. Тимофеев, Д.А. Лилиенберг. М.: Наука, 1974. 197 с.
6. *Тимофеев Д.А.* Морфологическая триада и ярусность рельефа // Морфология рельефа. М.: Науч. мир, 2004. С. 20–23.
7. *Уфимцев Г.Ф.* Семь слов о теории геологии. М.: Науч. мир, 2006. 158 с.
8. *Ильин А.В.* Изменчивый лик глубин. М.: Недра, 1996. 186 с.
9. *Флоренсов Н.А.* О тектоническом бедленде // Геоморфология. 1983. № 1. С. 85–88.

Ин-т географии РАН

Поступила в редакцию  
05.02.2007

#### TO THE HIERARCHY OF GEOMORPHOLOGIC SYSTEMS FROM THE ANGLE OF THEIR ORGANIZATION

E.A. LIKHACHEVA, D.A. TIMOFEYEV

#### S u m m a r y

Geomorphologic system is a complex of elements and forms of relief, inseparably connected by flows of matter and energy – morphologically, morpholithologically and genetically. An aggregate of these connections provides stable functioning and development of geomorphic system, its structural unity, orderliness, or arrangement, in space and time.

Authors distinguish three hierarchical levels (of conformation or integration – aggregation): global (conglomeration), regional (aggregation), and local (integrity). The distinct laws of relief formation and evolution act on each level (illustrated by Goby relief). The nomenclative geomorphology hierarchy and its scheme are considered.