

LANDSCAPE AND RELIEF EVOLUTION OF THE CENTRAL MEXICAN PLATEAU IN THE FINAL STAGE OF LATE PLEISTOCENE AND HOLOCENE

S.A. SYCHEVA, S.N. SEDOV, E. SOLLEIRO-REBOLLEDO

Summary

The paper describes the reconstructed history of landscapes and relief of the Central Mexican plateau in the final stage of Late Pleistocene and Holocene. The new stage of erosion has started in LGM with the formation of small lakes and further initiation of barrancos – gullies along the slopes of small and large volcanoes. This stage was not unidirectional, but had several alternating stages with the filling of depressions (small lakes, heads of barrancos, paleocuts) and their stabilization with the formation of heterochronous soils. The highest rates of gullies formation took place at the end of Pleistocene – beginning of Holocene, and at the present time when the badlands are forming. The stages of linear erosion (formation of barrancos) alternated with the increased sheet erosion (accumulation of colluviums in the depressions with further soil or tepetate formation). Soils were associated with the warm and wet enough climatic conditions about 13 350, 8 100, and 6 200 years BP. Tepetates were formed under cool and wet environment. The role of small lakes was revealed. Small lakes at various levels being periodically broken through gave rise to the barrancos formation or dried out. The anthropogenic erosion had several stages: formation of the eroded sites (heads), barrancos formation inside the filled paleocuts, badlands formation. The “scalped” areas were formed in the sites of the contact of several exposed tepetates of various gullies. Such areas (badlands) may reach considerable size and are practically unsuitable for agricultural use.

УДК 551.435.8

© 2013 г. Е.В. ТРОФИМОВА

КАРСТОВЫЕ СИСТЕМЫ: СВОЙСТВА, ИЕРАРХИЯ И ОРГАНИЗОВАННОСТЬ

Карстовые явления получили широкое распространение на Земле: более 30% территории суши земного шара характеризуются развитием карста [1] (рис. 1). По В.Н. Дублянскому и Г.Н. Дублянской [2], карст проявляется на 66.5% площади России, оказывая существенное влияние на рельеф, сток (поверхностный и подземный), почвенно-растительный покров и хозяйственную деятельность человека. Как российские, так и зарубежные исследователи [3–7 и др.] неоднократно указывают на перспективность изучения карста с позиций системно-структурного подхода, рассматривающего совокупность “... элементов, находящихся в отношениях и связях между собой и образующих единую целостность, единство” [8, с. 329]. Поэтому представляется весьма своевременным и актуальным рассмотреть свойства, иерархию и организованность карстовых геосистем, чему и посвящено данное исследование.

Развитие представлений о понятии “карстовая геосистема”

Впервые определение понятию “карстовая система” (син. – геосистема карстовая) дал в 1962 г. А. Кавайе. Под карстовой системой понимается: “Многоэтажная система карстовых полостей, находящихся в пределах разных гидродинамических зон: поверхностные формы, вертикальные колодцы и шахты, частично обводненные галереи, галереи, находящиеся ниже уровня местных рек и затопленные водой” [9, с. 165].

В 70-е гг. прошлого века среди карстологов к понятию карстовой системы укоренились два подхода. С одной стороны – это карстовая сеть [10], а с другой – карстовый водоносный горизонт [11]. Но уже в 1980–90-х гг. сформировался совершенно новый взгляд на определение карстовой геосистемы. Так, согласно С. Фабиан, карстовая система включает “... взаимодействующие подсистемы: тектонографическую,

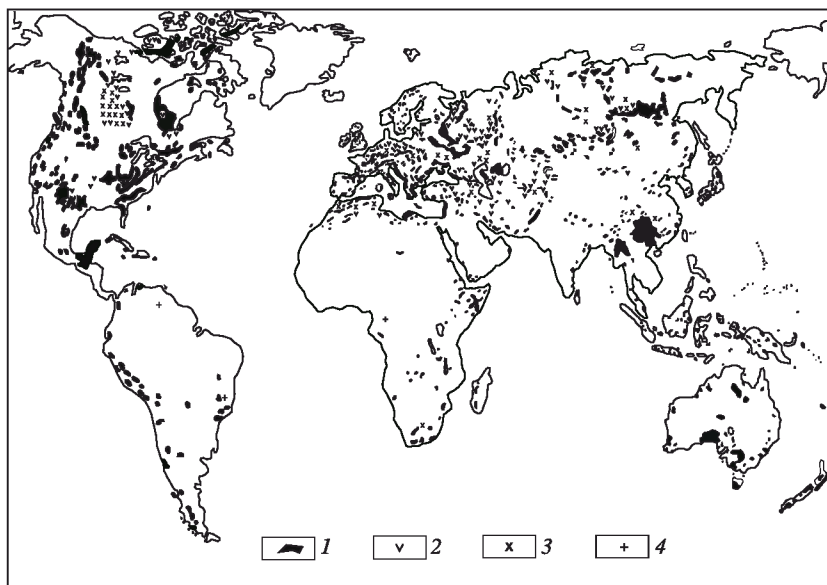


Рис. 1. Распространение карста на Земле [1]

Типы карста: 1 – карбонатный, 2 – гипсово-ангидритный, 3 – соляной, 4 – тропический брахиокарст в железистых кварцитах

циркуляцию воды, химических реакций, карстового рельефа и морфологии пещер. С.к. (система карстовая) отвечает общим признакам общности, трансформации и саморегуляции” [9, с. 165]. Это определение дополняет Дж. Бауэр, подчеркнувший, что “Карстовая система представляет собой одновременное морфологическое и динамическое проявление карста” [12, с. 9].

Более широкое представление о карстовой системе дает концепция В. Андрейчука и П. Стефанова, предложенная в 2006 г., согласно которой карстовые процессы определенным образом “организуют среду своего развития, образуя территориально единые и функционально целостные образования – карстовые геосистемы (КГС). В карстовых геосистемах существует пространственная, функциональная, динамическая и генетическая соподчиненность взаимосвязанных и взаимодействующих элементов” [13, с. 6].

Развивая этот подход, предлагается следующее определение карстовых геосистем. *Карстовая геосистема – это единое функционально и территориально целостное природное образование со специфической структурой, в котором существует пространственная, функциональная, динамическая и генетическая соподчиненность взаимосвязанных и взаимодействующих карстовых объектов.*

Организованность карстовых геосистем

Э.А. Лихачёвой и Д.А. Тимофеевым организованность геосистем определяется как “... упорядоченность и закономерная связанность всех компонентов системы, позволяющая 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” [14, с. 17]. Именно с таких позиций в дальнейшем будут рассмотрены особенности организованности карстовых геосистем.

Отличительной особенностью карстовых геосистем является наличие двух взаимосвязанных компонентов – наземной (поверхностной) и подземной подсистем (рис. 2).

Наземную подсистему образуют широко распространенные на поверхности карстовых массивов различные карстовые образования: карры (рис. 3), каменицы, воронки, поноры, западины, провалы, суходолы, котловины, поля, останцы, арки, и т.д.

Подземную подсистему формируют подземные полости, преимущественно пещеры, гроты, каналы, коридоры, натечно-капельные отложения (сталактиты, сталагмиты, кораллиты) и т.д.

Десятки тысяч карстовых пещер уже обследованы и закартированы. По внутренним характеристикам и по взаимодействию с внешними факторами карстовые пещеры можно объединить в две группы [15] (таблица).

В настоящее время наиболее протяженной является карстовая подсистема Мамонтовой пещеры (США) длиной 563 км, а наиболее глубокой – пещерная система Крубера (Воронья) в Абхазии (макс. глубина 2158 м) [2]. Но большинство исследованных карстовых пещер имеют длину менее 1 км и глубину менее 100 м. С каждым годом растет количество вновь обнаруженных подземных полостей.

Классический пример взаимодействия наземной и подземной подсистем – образование карстовых воронок провального генезиса. Как правило, такие воронки возникают на месте обрушений сводов перекрывающей толщи подземных карстовых полостей, образовавшихся вследствие процессов растворения и выщелачивания горных пород. Г.А. Максимович детально рассматривает шесть основных стадий (от появления трещин на поверхности карстового массива над подземными пустотами до образования провала и заполнения его озером) развития карстового провала в с. Усть-Кишерть Пермской области [16]. Аналогичный пример для о-ва Мадагаскар приводит Ж.–Н. Саломон, исследуя четыре стадии развития карстового провала в процессе взаимодействия поверхностной и подземной подсистем: от периода зарождения провала до его старческой формы, характеризующейся зарастанием древесной раститель-



Рис. 2. Строение карстовой системы (составлено автором с использованием [21])

Классификация пещер (по [15, с. 210])

По внутренним характеристикам	По взаимодействию с внешними факторами
По размерам: общей длине, глубине либо объему	По геологическим условиям: тип горной породы (известняк, гипс и т.д.), особенности складчатости, залегания пород
По измерениям протяженности по горизонтали либо по вертикали	По топографическому положению: пещеры горных районов или пещеры равнин
По форме в плане: ниша, зал, линейный ход, разветвление, сеть, анастомозы; многочисленные разветвления, прямолинейные комбинации	По отношению к местоположению в рельефе: борт долины, меандр и т.д.
По отношению к локальному либо региональному зеркалу подземных вод: вадозные, фреатические, сложные	По отношению к флювиальной системе: аллогенные речные пещеры, дрены холокарста и др.
По категории отложений: пещерные спелеотемы, гипсовая (кристалльная) пещера, пещера в песчанике, ледяная пещера, археологическая стоянка и т.д.	По роли геоморфологических и гидрологических циклов: активная пещера, эпизодическая, реликтовая пещера
	По климатическим условиям: влажные тропики, семиаридный, средиземноморский, умеренный, альпийский, арктический



Рис. 3. Карры плато Крас (Словения) (фото автора)

ностью и формированием на его дне песчано-глинистых отложений [17]. Для условий гидротермокарста примером подобного взаимодействия является знаменитый Провал (карстовая воронка) на юго-восточном склоне горы Машук на Кавказе: ее образование связано с обрушением сводов подземной полости, сформировавшейся в результате растворения известняков верхнего мела восходящими термальными минеральными водами.

Активный обмен веществом и энергией между поверхностной и подземной подсистемами осуществляется и через поноры, поглощающие и отводящие воду с поверхности в глубину карстового массива. Наиболее часто поноры располагаются на дне карстовых воронок. К примеру, понор в южной части каньона р. Шульган (долина р. Белая, Башкирский антиклинорий), через который поверхностные воды временного водотока – руч. Каран, в периоды половодья и летних паводков поступают непосредственно в зал Хаоса знаменитой пещеры Шульган-Таш (находящегося орографически под понором), увлажняя и разрушая палеолитическую живопись всемирно известной подземной полости (рис. 4).

В свою очередь, присутствие воронок, депрессий на поверхности предопределяет развитие процессов смыва почвы, суффозии, гравитационного перемещения материала и т. д. Посредством воздухообмена поверхностная подсистема взаимодействует с подземной через входные отверстия в пещеры и шахты, формируя микроклимат в так

называемой динамической зоне карстовых подземных полостей, отличающийся, в целом, синхронными с внешними условиями изменениями метеорологических элементов – температуры, влажности и давления воздуха. При удалении от входа, внутри пещеры, влияние поверхностной подсистемы на микроклиматические особенности подземной полости затухает. Внутри подземных полостей выделяется статическая зона с постоянными, присущими рассматриваемой подземной подсистеме, значениями метеорологических характеристик, иногда называемыми “метеорологическим паспортом” пещер. Размеры динамической зоны изменяются в течение года под влиянием воздушных масс поверхностной подсистемы. Они определяются широтой и высотой местности, морфологией пещеры, экспозицией склона, в котором находится ее входное отверстие, интенсивностью воздухообмена поверхность–пещера и т.п. К примеру, в пещере Радостная (Олхинское плато, Сибирская платформа) протяженность динамической зоны в различные сезоны не превышает 8 м, в то время как в уже упоминавшейся выше пещере Шульган-Таш ее размеры достигают уже более 200 м.

Через отверстие в рассмотренном выше поноре над залом Хаоса поступает внешний воздух и в подземную систему пещеры Шульган-Таш. Поэтому не только в периоды половодья и паводков, но и в сухие сезоны пещерная живопись здесь увлажняется и разрушается вследствие конденсации на стенах и сводах полости влаги (температура в зале Хаоса в течение года колеблется между 6–7 °С). Причем, чем выше температура воздуха на поверхности, т.е. чем значительней разница температур воздуха на поверхности и в пещере, тем больше величина увлажнения палеолитических рисунков за счет процессов конденсации.

Сама по себе конденсационная влага, образующаяся на стенах и сводах подземных полостей и в микротрещинах при поступлении поверхностного воздуха в подземную систему, является мощным фактором разрушения горных пород, способствуя развитию процессов гидратационного выветривания. Наиболее активно эти процессы протекают на внешней границе динамической зоны, где из-за значительного влияния холодного воздуха в зимний период создаются условия для дезинтеграции горных пород процессами криогидратационного выветривания.

Для оценки интенсивности рассматриваемых процессов в зимний сезон 1998–99 гг. в динамической зоне пещеры Волгаля (Олхинское плато) были расставлены ловушки из пластика, рядом находились самописцы – термограф и гигрограф, аналогичные ме-

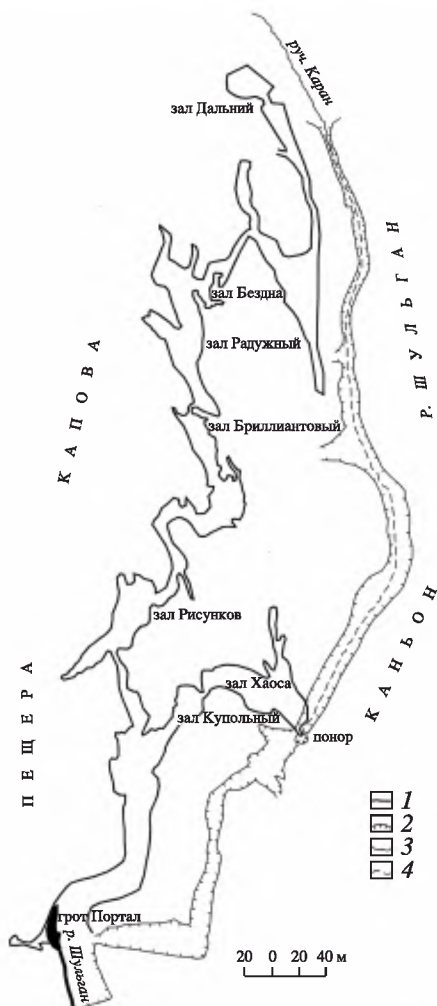


Рис. 4. Взаимодействие поверхностной и подземной подсистем в карстовой системе пещеры Шульган-Таш

1 – границы карстовой пещеры; 2 – каньон; водотоки: 3 – постоянный, 4 – временный

теорологические приборы находились на поверхности. Наблюдения осуществлялись еженедельно.

Как показали исследования, количество накопившегося за неделю выветрившегося материала – мелкозема в ловушке, расположенной внутри динамической зоны, имело свой максимум за неделю – 0.13 мг/см^2 , после продолжительных морозов, достигавших в ночное время -25°C (амплитуды суточных температур составляли $14\text{--}16^\circ\text{C}$). На внешней границе динамической зоны максимальное количество выветрившегося материала – мелкозема и гальки мелкой фракции с размерами до 25 мм – выпало на пластик после морозов (до -24°C в ночное время, амплитуды температур составляли $12\text{--}14^\circ\text{C}$), сменивших оттепель – 0.24 мг/см^2 за неделю. Значительные различия в интенсивности процессов выветривания внутри и на внешней границе динамической зоны объясняются особенностями динамического равновесия наземной и подземной подсистем: на внешней границе более активны процессы морозного и криогидратационного выветривания, затухающие к внутренним областям динамической зоны пещеры в связи с ее сглаживающим влиянием на изменение метеорологических характеристик.

Именно в динамической зоне пещер наблюдается преимущественное образование пещерного льда, а размеры подземного оледенения, в свою очередь, варьируют в зависимости от особенностей взаимодействия поверхностной и подземной подсистем. Так, общая протяженность многолетней наледи около входа в пещеру Мечта (западное побережье оз. Байкал) в течение года варьирует от 50 м в летне–осенний сезон до 100 м в зимне–весенний период.

Влияние растительного покрова на поверхности карстовых массивов на особенности взаимодействия поверхностной и подземной подсистем были изучены в лаборатории Л. Якуч [17]. Согласно проведенным исследованиям, такие изменения в состоянии поверхностной подсистемы как вырубка леса либо лесной пожар приводят к значительному нарушению в подземной подсистеме. В частности, особенно для коротких промежутков времени, различия в скоростях роста натечных образований в подземных полостях, расположенных под залесенными участками, в 1000 раз меньше по сравнению с обнаженными поверхностями карстовых массивов.

Можно продолжить перечень различных аспектов взаимодействия наземной и подземной подсистем внутри карстовой системы, но рассмотренные выше факты позволяют утверждать, что между поверхностной и подземной подсистемами существуют не только парадинамические, но и парагенетические связи. И, как отмечают В. Андрейчук и П. Стефанов, “вещественно-энергетическое взаимодействие подсистем составляет (в молодом и зрелом карсте особенно) сущность функционирования” и динамического равновесия карстовой геосистемы [13, с. 7].

Иерархические уровни организованности карстовых геосистем

Важнейшим свойством организованности карстовых геосистем является их иерархичность. Следуя Э.А. Лихачёвой и Д.А. Тимофееву, иерархические построения – “это логические операции, направленные на разделение всего множества предметов исследования на подчиненные друг другу группы” [14, с. 10].

В соответствии с учением В.Б. Сочавы [19] можно выделить три основных иерархических уровня организованности карстовых геосистем.

Первый уровень – планетарный, соответствует карстосфере (рис. 1). В словаре-справочнике “Терминология карста” [9, с. 88] приводятся следующие определения карстосферы:

“Карстосфера [Маруашвили, 1970б]. – 1. Особая геосфера, представляющая собой прерывистую оболочку из ареала карстующихся пород. В плане и в общих чертах совпадает со стратисферой, но приурочена к ее отдельным формациям и обнаружива-

ет ярусность [Маруашвили, 1985]. Совокупность частей стратисферы, состоящих из легко растворимых горных пород [Маруашвили, Тинтилов, 1982].

2. Часть литосферы, служащая ареной карстовых процессов [Максимович, 1979].

3. Особая область рассредоточенного литогенеза [Цыкин, 1985].

4. Наиболее крупная карстовая геосистема Земли, в основе функционирования которой лежит круговорот вещества растворимых пород; на суше происходит преимущественное разрушение, а в океане – созидание К. [Андрейчук, 1986]”.

Среди карстологов наибольшее распространение получил подход Г.А. Максимовича.

Второй уровень – региональный, или литолого-морфолого-генетический, относится к районам распространения определенного типа карста, в пределах которого формируется соответствующий тип карстового ландшафта. Нами тип карста рассматривается по Н.А. Гвоздецкому [1], совместившему в своей классификации его морфолого-генетические и литологические классификации. Полученные в результате такого совмещения типы карста именуются как голый известняковый карст, покрытый гипсово-ангидритовый карст, погребенный меловой карст и т.д. К примеру, покрытый соляной карст на Илецком и Солотвинском соляных куполах.

Третий уровень – локальный – характеризует элементарные природные комплексы. Так как карстовые геосистемы различаются между собой по степени растворения горных пород и выноса вещества в диссоциированном состоянии, то элементарная карстовая геосистема включает область питания, распространения и разгрузки поверхностных и подземных вод.

В 2008–10 гг. в долине р. Шульган (Башкирский антиклинорий) были изучены особенности морфологической организованности локальной карстовой геосистемы. В устье р. Шульган расположена знаменитая, исследованная еще в 1760 г. П.Н. Рычковым, пещера Шульган-Таш (Капова). На протяжении последних тридцати лет эта подземная полость неоднократно исследовалась специалистами различных научных направлений: геологами, археологами, зоологами, климатологами и др. Но особенности морфологической организованности всей элементарной карстовой геосистемы Шульган-Таш рассматриваются впервые. В ходе полевых исследований были выделены следующие морфологические звенья речной долины:

1) Истоки р. Шульган (область питания): небольшие (до 200–300 м протяженностью) суходолы, воронки диаметром 3–5 м, глубиной 1–3 м.

2) Среднее течение (область распространения): многочисленные воронки диаметром 8–10 м и глубиной 7–8 м, преимущественно провального генезиса, трассирующие на поверхности подземный путь р. Шульган. Ряд воронок со “свежими” понорами. Здесь расположен крупнейший (размер карстовой воронки составляет 20×10 м) понор, в котором исчезает р. Шульган с расходом в меженьный период 40–50 л/с. В пониженных частях находятся карстовые озера овальной и округлой формы (наибольшие размеры у оз. Елки–Сыккан, до 100 м в диаметре при максимальной глубине до 20 м). Широкое развитие здесь получили заболоченные участки.

3) Ниже по течению р. Шульган имеет вид каньона с периодическим стоком на дне: с водопадами высотой до 4–5 м, понорами, в стенах каньона отмечаются многочисленные карстовые ниши и небольшие (протяженностью до 6–8 м) гроты. В нижней части каньона сток отсутствует даже в высокую воду.

4) Нижнее течение (область разгрузки), где вся карстовая геосистема Шульган-Таш разгружается в карстовом источнике типа воклюз – “Голубое озеро”, и, частично, в оз. Круглое, находящегося в 5 м от воклюза. Оба водоема расположены непосредственно под сводом входного грота Портал пещеры Шульган-Таш.

Как уже было показано, третий локальный уровень характеризует элементарные природные комплексы. Но возникает серьезная проблема определения границ локальных карстовых геосистем, т. к. их отличительной особенностью является несоответствие в границах наземной и подземной подсистем. Особенно актуальна эта проблема

для горных регионов, где распространение карстующихся пород имеет мозаичный характер, что связано в значительной мере с особенностями тектонического строения территории. Тектонические нарушения являются естественными границами карстовых геосистем, ограничивая распространение карстующихся пород и, тем самым, предопределяя границы *подземных карстовых горизонтов*. К примеру, модуль поверхностного стока карстового источника в истоке р. Бол. Иреть (Восточный Саян) составляет более 109 л/с при норме стока в 4–5 л/с. По-видимому, такие значительные расхождения в величине стока связаны с большими различиями в площадях распространения поверхностной и подземной подсистем, в то время как в равнинном (платформенном) карсте с горизонтальным залеганием карстующихся горных пород наблюдается, в целом, совпадение границ наземной и подземной подсистем.

Что касается *границ поверхностных подсистем*, то при их определении используются традиционные, принятые в геоморфологии, подходы. Для определения границ подземных подсистем в карстологии широкое распространение получил метод трассирования подземных водотоков с помощью безвредного для человека, животных и растений красителя – флюоресцеина или его натриевой соли – уранина. Визуально краситель хорошо фиксируется ярко-бирюзовой окраской воды даже при разбавлении в ней в пропорции 1:10000000. Сложность работы с этим методом заключается в необходимости ожидания времени добегающего красителя от места запуска до предполагаемого места выхода, где устанавливаются ловушки. Например, площадь всемирно известного карстового источника воклюз (1100 км²) была достоверно установлена после серии запусков флюоресцеина в подземные водоносные горизонты, при этом максимальное расстояние от места запуска красителя в Сэнт-Дона составило 66.7 км, его скорость добегающего варьировала от 12 м/час в межень до 208 м/час в периоды паводков [20].

Другим подходом к оценке границ подземной подсистемы в карстовых районах является картографирование пьезометрических контуров и, таким образом, выявление районов с разнонаправленным стоком, которые и являются ее границами. Этот метод значительно более трудоемок и требует большого объема камеральных работ.

Выводы

Таким образом, карстовые геосистемы являются широко распространенным на Земле природным образованием, характеризующимся отличной от других геоморфологических систем организованностью, проявляющейся, с одной стороны, в их свойствах – во взаимодействии двух подсистем: поверхностной и подземной, а с другой – в их иерархичности, наличии трех основных уровней организованности: планетарного, регионального и локального. Такая организованность карстовых геосистем предопределяет их вещественно-энергетический обмен как внутри геосистемы, так и с внешними некарстовыми геосистемами, предопределяя их динамическое равновесие и функционирование.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гвоздецкий Н.А. Карст. М.: Мысль, 1981. 214 с.
2. Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. Карст мира. Пермь: Изд-во ПермГУ, 2007. 330 с.
3. Гвоздецкий Н.А. Карстовые ландшафты. М.: Наука, 1979. 154 с.
4. Чикишев А.Г. Проблемы изучения карста Русской равнины. М.: Изд-во МГУ, 1979. 304 с.
5. Михно И.Б. Проблемы системного исследования карстово-меловых ландшафтов Русской равнины // Прикл. аспекты изуч. совр. ландшафтов. Воронеж: Изд-во Воронеж. ун-та, 1982. С. 33–46.
6. Fabien C. The karst phenomena study from the theory of system point of view // Theor. and Appl. Karstol. 1984. V. 1. P. 26–39.

7. Михова Д., Стефанов П. Проектиране на информационна система за функционално моделиране на карстова геосистема // Пробл. на геогр. 1993. № 2. С. 68–82.
8. Философский словарь. М.: Политиздат, 1980. 445 с.
9. Тимофеев Д.А., Дублянский В.Н., Кикнадзе Е.З. Терминология карста. М.: Наука, 1991. 260 с.
10. Gèze B. Lexique des termes français de spéléologie physique et de karstologie // Annales de Spéléologie. 1973. V. 28. F. 1. 20 p.
11. Choppy J. Dictionnaire de spéléologie physique et karstologie. Paris: Spéléoclub de Paris, 1985. 151 p.
12. Bauer J. Autour de la Pierre Saint-Martin. Paris: Spéléoclub de Paris, 1994. 62 p.
13. Андрейчук В., Стефанов П. Карстовите геосистеми и принципите за опазване на карстови територии // География. 2006. № 1. С. 5–11.
14. Лихачёва Э.А., Тимофеев Д.А. Организованность геоморфологических систем // Геоморфологические системы: свойства, иерархия, организованность. М.: Медиа–ПРЕСС, 2010. С. 8–23.
15. Ford D., Williams P. Karst Hydrogeology and Geomorphology. West Sussex: John Wiley & Sons. Ltd, 2007. 562 p.
16. Максимович Г.А. Основы карстоведения. Пермь: Пермск. кн. изд-во, 1963. Т. 1. 444 с.
17. Salomon J.-N. Précis de Karstology. Pessac: Presses universitaires de Bordeaux, 2000. 250 p.
18. Якуч Л. Морфогенез карстовых областей. М.: Прогресс, 1979. 388 с.
19. Сочава В.Б. Введение в учение о геосистемах. Новосибирск: Наука. Сиб. отд-ние, 1978. 316 с.
20. Blavoux B. Le karst de la fontaine de Vaucluse // Grottes & Karst de la France. Karstologia Mémoires. 2010. № 19. P. 105.
21. Gams I. Kras. Ljubljana: Slovenska Matica, 1974. 358 p.

Ин-т географии РАН

Поступила в редакцию
14.12.2010

KARST SYSTEMS: PROPERTIES, HIERARCHY, ORGANIZATION

E.V. TROFIMOVA

Summary

Concept of “karst system” is analyzed. The properties, hierarchy, and organization of karst systems are considered. It is marked that the organization of karst systems is manifested, on one hand, in the relation of the superficial and underground systems, and, on other hand, in its hierarchy; there are three main levels of the organization – global, regional and local.