

РЕЦЕНЗИИ¹

REVIEWS

Спелеогенез. Эволюция карстовых водоносных горизонтов / А. Б. Климчук, Д. С. Форд, А. Палмер, В. Дрейбродт. Хантсвилл, Алабама, США: МСС, 2000. 527 с.

Speleogenesis. Evolution of Karst Aquifers / A. B. Klimchouk, D. C. Ford, A. Palmer, W. Dreybrodt. Huntsville, Alabama, USA: National Speleological Society, 2000. 527 p.

Монографическое издание является итогом большой работы международного коллектива авторов из 15 стран. Среди 44 авторов – известных спелеологов и карстоведов, Украину представляет один из редакторов, А. Б. Климчук, а Россию – В. Н. Дублянский (Пермь), Ю. В. Дублянский (Новосибирск), А. Г. Филиппов (Иркутск).

В Предисловии А. Б. Климчук характеризует издание, как "новаторскую попытку ученых спелеологов обобщить современные знания о происхождении пещер в различных обстановках, выявить роль спелеогенеза в эволюции карстовых водоносных горизонтов". Монография состоит из 10 частей.

Часть 1 "Introduction" содержит сведения о структуре издания и аннотации каждой из частей книги.

Часть 2 "Historical Perspective" представляет собой краткий обзор различных гипотез формирования пещер. Гипотезы и гидрогеологические модели карстовых водоносных горизонтов разделены на три части: от ранних, появившихся до 1900 г. (например, J. Cvijic, 1893); затем идеи начала – середины XX века (A. Grund, 1903; B. Katzer, 1909; W. Davis, 1930; J. Gardner, 1935; J. Bretz, 1942) до современных моделей (геологическая интерпретация развития пещер D. Ford и R. Evers, 1978 и иные гидрохимические гипотезы спелеогенеза).

Часть 3 "Geologic and Hydrogeologic Controls of Speleogenic Processes" содержит сведения о геологических и гидрогеологических особенностях обстановок развития спелеообъектов и их контролирующей роли в формировании пещер разных типов. Раскрыта эволюция представлений о типах обстановок развития карста, определена принятая авторами терминологическая и классификационная основа. Авторы считают, что факторы и механизмы развития пещер меняются закономерно. Эти изменения подчинены циклу геологической эволюции растворимых пород, а более специфичные изменения – гидрогеологическим циклам. Различные типы карста выделены на основе комплекса характеристик: структурных предпосылок проникновения в породы водных потоков и спелеогенеза; водного режима; соотношения типов областей питания и разгрузки подземных вод; гидрохимии; степени унаследованности состояния массивов пород от ранних эпох. В специальных разделах содержатся сведения о литологическом и структурном контроле спелеогенеза, а также гидрогеологическом контроле рисунка пещерных систем. Подробно представлена роль эпикарстовой (по Г. А. Максимовичу – приповерхностной) зоны, а также сведения о палеокарсте и его значении для спелеогенеза. Роль конденсационных процессов освещена В. и Ю. Дублянскими.

Часть 4 "Theoretical Fundamentals of Speleogenetic Processes" посвящена теоретическим основам спелеогенеза. Авторами определены "граничные условия": формирование пещер и карстовых водоносных горизонтов регулируется законами физики и химии и любая предлагаемая концептуальная модель не должна им противоречить. Разработанные

¹Раздел ведут: В. Н. Дублянский (В.Н.Д.), Г. Н. Дублянская (Г.Н.Д.), И. И. Минькевич (И.И.М.), И. М. Тюрина (И.М.Т.), В. Н. Катаев (В.Н.К.). Фамилии остальных авторов рецензий указаны полностью

математические и физические модели стремятся полнее отразить геологическую суть моделируемого объекта, но действительность всегда оказывается богаче. Модели только помогают приоткрывать суть происходящих процессов.

Авторы уделяют большое внимание химическим моделям, построенным на соотношениях происходящих химических реакций и степени растворимости в различных карстуемых породах. В основу моделирования положены три составляющие: химическое равновесие водных растворов, кинетика растворения и механика водных потоков.

В первых разделах части внимание авторов сфокусировано на моделировании отдельных каналов и карстовых водоносных систем в известняках. Здесь представлены данные о химических равновесиях в "открытых" (вадозные условия с большим влиянием атмосферного CO_2) и в "закрытых системах" (фреатическая зона без резких вариаций CO_2). Даны сведения о растворимости известняков в узких трещинах с ламинарными и в широких каналах с турбулентными водными потоками. Показано, что растворимость зависит от ширины трещин в совокупности с процессами на поверхности бортов трещин, определяемыми молекулярной диффузией Ca^{+2} и HCO_3^- и вне поверхности пород в соответствии с переходом $\text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$ в $\text{H}^+ + \text{HCO}_3^-$. Приведены данные о карстовой денудации в различных районах.

Завершающие разделы посвящены растворимости карбонатов, сульфатов, солей, кварца и силикатных минералов. Приводятся результаты моделирования возникновения и развития одиночных каналов растворения и их систем, а также концептуальные положения динамики развития и эволюции единичных карстовых каналов.

Часть 5 "Development of Cavities and Cave Systems in Different Settings" посвященная концептуальным положениям и примерам развития полостей и пещерных систем в различных обстановках, является наиболее представительной по объему. Она обобщает результаты моделирования и изучения пещер от простых до сложных, находящихся в различных геологических и гидрогеологических обстановках. Авторы указывают, что карстогенетические обстановки могут меняться в ходе геологической эволюции земной коры.

Результаты приведенных теоретических и полевых исследований сгруппированы по принадлежности к прибрежным и океаническим, приповерхностным, глубинным и артезианским обстановкам. Каждый раздел начинается с обзора современных идей об особенностях и стадийности развития пещер. Разделы иллюстрируются новыми сведениями о "классических" (широко известных) пещерах, а также информацией о малоизвестных пещерных системах и территориях развития карста.

Раздел 5.1. посвящен специфическим чертам развития карста и пещер в молодых породах морских побережий и островов, являющихся результатом химического взаимодействия пресных и морских вод в условиях колебаний уровня моря в течении четвертичного периода.

Раздел 5.2. представляет собой обзор условий, факторов и механизмов спелеогенеза в глубоких горизонтах. Многочисленные находки различных форм карста на больших глубинах обычно интерпретируются как погребенные (палеокарстовые). В последнее десятилетие, по мере формирования теории растворения в различных термобарических условиях, мнение о возможности карстообразования на больших глубинах начало меняться. В свете сложившихся в гидрогеологии представлений о латеральности, большой протяженности и высокоминерализованности водных потоков, артезианские условия спелеогенеза, как правило, не рассматриваются. Выявленные "неклассические" черты артезианских потоков заставляют изменить взгляд на условия образования многих пещер.

Глубинный спелеогенез имеет место в породах различной литологии и может включать разные механизмы растворения в результате воздействия различных физических факторов. Авторы считают определение гидравлической целостности и трансформационных взаимоотношений между водоносными горизонтами в артезианских бассейнах необходимыми условиями для правильной интерпретации эволюции водоносных горизонтов, спелеогенетических процессов и сопутствующих явлений в них. Эти идеи иллюстрируются на примерах

сравнительного анализа морфологии пещерных систем различных регионов Америки, Азии и Европы.

Раздел 5.3. содержит сведения о гипотезах спелеогенеза в условиях, не содержащих артезианские черты. Карстообразование обусловлено воздействием поглощаемых эпикарстовой зоной атмосферных и поверхностных вод преимущественно в карбонатных породах. Образующиеся при этом пещеры получили название "common caves", поскольку они представляют более 90% открытых и закартированных полостей растворения длиной более сотни метров. Это пещеры вадозной и фреатической зон. Раздел иллюстрирован сведениями о пещерах и пещерных системах Мексики, Соединенных Штатов Америки, Канады, Северной Испании, Восточной Англии.

Часть 6 "Meso- and Micromorphology of Caves" фокусирует внимание на особенностях морфологического спектра отдельных элементов пещер. Здесь представлен обзор разнообразных коррозийных, эрозионных и гравитационных мезо- и микроспелеоформ, отражающих особенности образования пещер в вадозных или фреатических условиях с элементами геолого-структурного контроля.

Часть 7 "Speleogenesis in Noncarbonate Lithologies" логически дополняет сведения предыдущих частей монографии, посвященных преимущественно спелеогенезу в карбонатных породах. Открывает ее раздел, посвященный пещерам в сульфатных породах, учитывающий особенности гипсоносных формаций, химию и кинетику растворения гипсов. Большое внимание уделено анализу гидродинамических условий формирования пещерных систем в толщах гипсов и гипсоангидритов, находящихся в различных геолого-стратиграфических обстановках. Приведены сведения о длиннейших и глубочайших гипсовых пещерах мира (на 1996 г.). Представлена генетическая классификация гипсовых пещер. Сведения о спелеогенезе в солях представлены на примере территории Mount Sedom в Израиле, а в кварцитах – пещер Бразилии и Южной Африки.

Часть 8 "Some Implications of Speleogenetic Studies" объединяет материал теоретических и прикладных аспектов изучения спелеогенеза. Здесь акцентировано внимание на последовательном формировании карстовых коллекторов (преимущественно в известняках), как важнейшем факторе, определяющем водные ресурсы. Приведены сравнительные характеристики проницаемости карстующихся пород по различным регионам. Показана роль спелеогенеза, в частности вторичной пористости и кавернозности в миграции минералосодержащих растворов и осаждении из них минералов. Заключительный раздел содержит обзор проблем, возникающих на территориях с интенсивным развитием полостей (количество и качество водных ресурсов, воронко- и провалообразование).

Часть 9 "Bibliography" содержит более 1300 наименований; вероятно, это самый полный список публикаций, посвященный карстологическим и спелеологическим проблемам. Работы на кириллице впервые даны не просто на латинице, а в переводе на английский. Это вводит в научный обиход огромный, почти не тронутый ранее в международных изданиях, пласт славянской научной литературы.

Часть 10 "Index..." в алфавитном порядке содержит ссылки на цитируемых авторов, использованные термины и терминологические сочетания.

Книга иллюстрирована десятками рисунков. На обложке помещены цветные фотографии пещер Соф-Омар (Эфиопия) и Красной (Крым), выполненные советскими спелеологами.

В целом работа "Спелеогенезис" – яркое явление в карстоведческой литературе, великолепный подарок научным работникам и спелеологам к началу XXI в.

В. Н. К