



А.Б.Климчук

Актуальные направления карстолого-спелеологических исследований и задачи их развития в Украине

Klimchouk A.B. Important directions of karst and speleological researches and tasks of their development in Ukraine // Speleology and Karstology. – N 1. – Simferopol. – 2008. – P. 7-17.

Климчук О.Б. Актуальні напрямки карстолого-спелеологічних досліджень і завдання їх розвитку в Україні // Спелеологія і карстологія, - № 1. – Сімферополь. – 2008. С. 7-17.

Резюме: Кінець XX – початок XXI сторіччя відзначається суттєвим зростанням значення спелеології і карстології серед сучасних наук про Землю. У статті подається огляд розвитку деяких основних напрямків геоспелеології та карстології. Знання з походження печер досягло стану повноцінної теорії. Спелеогенетична теорія посіла центральне місце у гідрогеології карсту та значно поліпшила розуміння еволюції та функціонування карстових колекторів. Іншими областями геоспелеології, в яких відбулися суттєві просування і які набувають великого значення для суміжних геолого-географічних дисциплін, є палеорекострукції по карстових та печерних "архівах" та спелеогенетичні методи оцінки карстопровальної небезпеки. Сучасна спелеологія має яскраво виражений міждисциплінарний характер. Створення у 2006 році при Таврійському Національному університеті НІЦ "Український Інститут спелеології і карстології" базується на значних здобутках українських вчених у цій галузі і відкриває нові передумови для подальшого розвитку спелеології і карстології в Україні.

Abstract: The end of the XX Century has seen a remarkable growth of significance of speleology among modern Earth sciences. The paper provides a brief overview of recent advances and trends in geospeleology and karstology. It is shown that knowledge on cave origin has attained a status of a full-fledged theory, and that the speleogenetic theory took a central place in karst hydrogeology and dramatically improved understanding of karst aquifers evolution and functioning. Other areas of considerable advances and great significance for adjacent disciplines are paleo-reconstructions from karst/cave records and speleogenetic implications for assessment of karst subsidence hazard. The modern speleology has an obvious interdisciplinary character. The establishment in 2006 of the Ukrainian Institute of Speleology and Karstology is grounded on considerable achievements of Ukrainian scientists in this field and opens new perspectives for further development of speleology and karstology in Ukraine.

ВВЕДЕНИЕ: ЗНАЧЕНИЕ ИССЛЕДОВАНИЙ КАРСТА И ПЕЩЕР

Период конца XX – начало XXI столетий ознаменовался возрастанием значения и широким признанием спелеологии в современной науке. Фактически происходит переход спелеологии в статус дисциплины "основного потока" (mainstream science) наук о Земле, оказывающей существенное влияние на смежные одноранговые дисциплины. Признаками этого являются, среди прочих, следующие:

- растущее число публикаций в престижных мировых журналах "основного потока" с наивысшими значениями импакт-фактора (20-30 статей ежемесячно в последние годы);
- включение спелеологических журналов в Научный Индекс Цитирования (Science Citation Index – Thompson Scientific) – основную международную рейтинговую систему научных публикаций (Journal of Cave and Karst Studies, Acta Carsologica, International Journal of Speleology)
- включение карстовых и спелеологических тем в виде самостоятельных секций и симпозиумов в составе крупнейших геологических и географических конгрессов (International Geographical Congress, Glasgow 2004; International Geological

Congress - Florence 2004, Oslo 2008; General Assembly of European Geosciences Union - Nice 2004, Vienna 2006-2008; Annual Meetings of Geological Society of America, 2000-2007; и т.п.);

- широкое признание и освещение в журналах основного потока публикации крупной обобщающей работы по теории спелеогенеза (Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers, 2000; Klimchouk, Andrejchuk, 2003);
- почти одновременная публикация двух энциклопедий спелеологии и карстологии крупнейшими международными издательствами (Encyclopedia of Caves and Karst Science, Fitzroy Dearborn/Taylor and Francis, 2004; Encyclopedia of Caves, Academic Press - Elsevier, 2005);
- рост числа пещер в разных странах, получивших статус объектов мирового наследия ЮНЕСКО (к настоящему времени свыше 30) и высшие ранги в национальных природоохранных системах;
- создание в ряде стран исследовательских институтов и центров национального ранга (в Бразилии, Китае, Словении, США, Румынии, Турции, Швейцарии, Франции, Украине).

Очевидно, что развитие научных исследований пещер тесно связано с их чрезвычайно интенсивным разведыванием и первичным исследованием, происходившим в течение второй половины XX ст. Этот бум подземного первопроездства можно проиллюстрировать данными об изменении количества и основных параметров (глубины, длины) разведанных крупных пещер.

© А.Б. Климчук ^{1*}

¹ Украинский Институт спелеологии и карстологии МОНУ и НАНУ, Сімферополь, Украина

* Кoresпoндуючий автор. E-mail: klim@speleogenesis.info

Глубина 1000 м была впервые достигнута в пещерах в 1956 г. (пропасть Берже, Французские Альпы). В настоящее время количество пещер с глубиной более 1000 м достигло 80, а расположены они в 16 странах на пяти континентах. В 2004 г. впервые преодолен рубеж глубины 2000 м (пещера Крубера-Воронья, Западный Кавказ). Это историческое для спелеологии достижение сделано украинскими спелеологами. В 2007 г. экспедицией Украинской спелеологической ассоциации в пещере Крубера достигнута глубина 2191 м.

Протяженность длиннейшей пещеры мира в 1955 г. составляла 54 км (пещера Хельлох в Швейцарии), тогда как в настоящее время она равна 563 км (система Флинт-Ридж-Мамонтова в США). Разведанную протяженность более 100 км имеют уже 15 пещер (две из них находятся в Украине, в том числе длиннейшая в мире пещера в гипсах и третья по длине среди всех пещер), а число пещер с протяженностью свыше 50 км перевалило за 50.

В последние десятилетия интенсивно исследуются полностью затопленные водой пещеры. В 10 крупнейших подводных пещерах закартированная протяженность превышает 10 км (длиннейшая – пещера Окс Бел Ха в Мексике, 143 км), а максимальная глубина, достигнутая спелеологом-подводником, составляет 289 м (пещера Бушманган в Южной Африке).

Крупные пещеры исследованы в известняках, доломитах, мраморах, гипсах, солях, кварцитах, лавах, а также во льдах. Общее количество задокументированных пещер в мире, по-видимому, исчисляется несколькими сотнями тысяч, хотя количество еще неоткрытых пещер, по меньшей мере, на порядок больше.

Столь радикальное расширение и углубление границ доступности мира пещер сопровождалось мощным потоком новой информации об их морфологии, минералах и вторичных отложениях, биоте, палеозоологическом и археологическом содержимом и т.п. Это послужило основой для впечатляющего прогресса научных исследований в спелеологии в последние десятилетия. Однако сам этот прогресс обуславливался развитием новых методов и резким возрастанием научной и практической актуальности карстолого-спелеологических исследований в условиях интенсификации природопользования и возрастания антропогенной нагрузки на среду. Возрастание актуальности карстолого-спелеологической тематики определяется следующими обстоятельствами:

- Системообразующей ролью пещерообразования (спелеогенеза) в развитии карста и формировании основных свойств закарстованных территорий (гидролого-геологических, ландшафтных, геохимических, инженерных и пр.);
- Развитием карста на 40-45% свободной ото льда земной суши, зависимостью не менее чем 25% населения Земли от подземных вод карстовых коллекторов, подверженностью карстовых территорий провально-просадочной опасности и другим острыми геозоологическими проблемами;
- Уникальным значением природных пещер (их морфологии и отложений) как универсальных, детальных и устойчивых депозитариев разнообразной информации о природных условиях, процессах, флоре и фауне прошлых эпох и истории человека;
- Карстовым (спелеогенным) происхождением ряда

ценных минеральных ресурсов, большой ролью карстовых коллекторов в формировании месторождений углеводородов;

- Ценностью рекреационных ресурсов закарстованных территорий и пещер, высокой специфической уязвимостью карстовых территорий к антропогенному воздействию.

Ниже кратко обозначены некоторые наиболее актуальные направления современной геоспелеологии, достижения в которых в последние два десятилетия внесли наиболее весомый вклад в становление нового статуса спелеологии. В настоящей статье не рассматриваются достижения в биоспелеологии, где также наблюдалось интенсивное развитие, оказывающее существенное влияние на соответствующую основную науку.

НЕКОТОРЫЕ АКТУАЛЬНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ГЕОСПЕЛОЛОГИИ И КАРСТОЛОГИИ

Теория спелеогенеза и гидрогеология карста

Объединение этих аспектов не случайно, так как бурный прогресс в разработке теории спелеогенеза в последние десятилетия серьезнейшим образом повлиял на развитие гидрогеологии карста, в особенности на понимание закономерностей эволюции карстовых коллекторов и формирования их основных свойств.

Основные особенности гидрогеологии карста определяются (Дублянский, Кикнадзе, 1984; Климчук, 2001а; Климчук, 2001б):

1. Закономерной крайне высокой пространственной неоднородностью и анизотропией емкостных и фильтрационных свойств карстовых коллекторов, наличием двух-трех масштабных уровней в структуре водовмещающей среды;
2. Динамической изменчивостью этих свойств в процессе растворяющего воздействия стока на вмещающую породу.

В этой изменчивости задействованы механизмы формирования организованной иерархической структуры каналовой проницаемости, что и является главной причиной неоднородности и анизотропии карстовых коллекторов. Обе особенности являются отражением природы и сущности процесса спелеогенеза - развития полостей в карстующейся породе за счет расширения растворением первичных путей фильтрации подземных вод. Таким образом, теория спелеогенеза, исследующая механизмы и закономерности формирования карстовой пустотности, оказалась в центре теоретической гидрогеологии карста, что получило широкое признание к началу XXI века. Наибольшее воздействие на развитие теории спелеогенеза оказали экспериментальные исследования кинетики растворения, работы по совершенствованию "традиционных" и разработке новых концептуальных моделей спелеогенеза в различных обстановках и работы по численному моделированию спелеогенеза.

Экспериментальные исследования кинетики растворения. Экспериментальные работы 70х и 80х годов выявили, что скорость растворения кальцита резко уменьшается при приближении раствора к состоянию насыщения (Buhmann, Dreybrodt, 1985а; Buhmann, Dreybrodt, 1985b). Осознание важности и следствий такого "кинетического порога" оказалось одним из ключевых моментов в развитии теории спелеогенеза

в последние десятилетия (Palmer, 1988; Palmer, 1991; White, 1988). Переключение кинетики растворения с “быстрого” режима на “медленный” при достижении раствором определенной степени насыщения делает возможным спелеогенное инициирование протяженных первичных путей фильтрации. Без такого переключения возможным было бы лишь образование коротких линейных каналов на участках с аномально высокой начальной раскрытостью трещин или высоких градиентов. Последнее хорошо иллюстрируется спелеогенезом в гипсах и солях, где кинетический порог отсутствует (Klimchouk, 2003). Вместе с тем, “поперечная” (по отношению к слою) циркуляция в слоистых артезианских комплексах позволяет формирование протяженных пещер в равной мере в известняках и гипсах, но это возможно благодаря малой протяженности путей поперечной фильтрации (латеральная протяженность пещер в данном случае не имеет отношения к протяженности путей движения вод!).

С открытием “кинетического порога” в растворении кальцита связано формирование концепции “прорыва” (breakthrough), описывающей момент достижения такой ширины протоканала, при которой раствор уже может проходить всю его длину при степени насыщения ниже критической (т.е. оставаясь в режиме “быстрой” кинетики). С этого момента происходит резкое и нарастающее до определенного уровня увеличение скорости расширения канала – начинается его собственно спелеогенное развитие. В сети гидрогеологически активных трещин массива условий прорыва достигают лишь некоторые, выигрывая спелеогенную конкуренцию и перехватывая в дальнейшем большую часть стока. В этом и состоит главная причина формирования высокой пространственной неоднородности и анизотропии емкостных и фильтрационных свойств карстовых коллекторов, а также причина иерархической организации каналовых систем в гидрогеологически открытом карсте.

Развитие концептуальных моделей спелеогенеза в различных обстановках. Эпигенный и гипогенный спелеогенез. Характерные для большей части XX столетия противоречия между спелеогенетическими моделями, претендовавшими на роль универсальных, сменились широким признанием того, что ни одна модель не может быть универсальной в многообразии гидрогеологических обстановки и геологических условий (Klimchouk, 2004a; Klimchouk et al., 2000). Выявлены принципиальные различия механизмов спелеогенеза и структур генерируемой ими пустотности в трех основных обстановках: 1) береговой и океанической, 2) внутриконтинентальной гидрогеологически открытой (безнапорной), 3) глубинной и артезианской. Соответствующие концептуальные модели получили всестороннее обоснование и развитие на единой теоретической основе, что позволило во многих случаях успешно транслировать их в численные модели процесса.

Спелеогенез в береговой и океанической обстановке отличается от континентальных обстановок ввиду диагенетической незрелости карбонатных пород, специфики механизмов и локализации растворения в зоне смещения морских и пресных вод, а также влияния колебаний уровня моря (Mylroie, 2004; Mylroie, Carew, 1995).

Спелеогенезу в гидрогеологически открытой обстановке посвящена основная масса теоретических работ XX столетия, в результате чего соответствующие закономерности наиболее полно раскрыты, обоснованы концептуально (Ford, 2004b; Ford, Williams, 1989) и поверены физическим и численным моделированием (Gabrovšek, 2000; Gabrovšek, Dreybrodt, 2001; Groves, Howard, 1994). Развитие каналовых систем регулируется механизмом позитивной обратной связи между расходом в канале и скоростью роста, что делает его самоускоряющимся и селективным. В результате формируются преимущественно древовидные структуры, конфигурация которых в плане и профиле зависит от структуры трещиноватости, типа питания и пространственного взаимоотношения контуров питания и разгрузки. Соответствующие модели получили разнообразное развитие и приложение в гидрогеологии карста, в том числе в прикладной гидрогеологии (Gabrovšek, 2000, Palmer, 1988; Palmer, 1991; Palmer, 1995).

Факторы и процессы карстообразования в закрытых и полузакрытых гидрогеологических структурах существенно отличны от таковых в гидрогеологически открытых обстановках. Питание подземными водами, поступающими в растворимые породы снизу, вызывает формирование карстовой пустотности особого типа – это *гипогенный* спелеогенез. В настоящее время происходит осознание широкой распространенности и большого значения гипогенного карста, а также его специфики по отношению к наиболее изученному *эпигенному* (гипергенному) карсту, формирующемуся в открытых гидрогеологических структурах питанием с поверхности. Гипогенные и эпигенные карстовые системы связаны с разными типами и сегментами региональных водообменных систем и, соответственно, формируются в различных гидродинамических, гидрохимических и термальных условиях. В ходе геолого-геоморфологической эволюции воздымающихся областей гипогенный карст становится реликтовым, но его структуры могут наследоваться и перерабатываться эпигенным спелеогенезом.

Гипогенный спелеогенез (в глубинной и артезианской обстановках) характеризуется особыми механизмами, которые определяются особенностями гидродинамики и гидрогеохимии артезианских водоносных комплексов и гидротермальных систем (Klimchouk, 2003a; Klimchouk, 2007; Klimchouk et al., 2000). Получили обоснование и развитие модели спелеогенеза: гидротермального (Дублянский, 1990; Dubljansky, 2000), серноокислотного (Hill, 2000) и спелеогенеза в слоистых артезианских системах (Klimchouk, 2000; Klimchouk, 2003a; Klimchouk, 2004a; Klimchouk, 2004b), в которых пещерообразование связано с восходящей “поперечной” циркуляцией. Первые две модели реализуются в локальных обстановках, встречающихся в краевых зонах артезианских бассейнов и зонах крупных нарушений в складчатых областях, а последняя имеет широкое региональное приложение к многочисленным и обширным артезианским бассейнам платформенных регионов, в разрезе которых имеет место переслаивание карбонатных, сульфатных и терригенных толщ. В гипогенном спелеогенезе действуют механизмы подавления тенденции самоускорения в росте каналов и селективного развития каналов в

сетях, что приводит к формированию первазийной пустотности и лабиринтовых систем при наличии соответствующих структурных предпосылок (Klimchouk, 2003a; Klimchouk, 2004a; Klimchouk, 2007). В результате карстовая пустотность, формирующаяся в артезианской обстановке, может намного превышать таковую в гидрогеологически открытом карсте (примерно в 5 раз в плане и на порядок в объеме (Klimchouk, 2003a)).

Растущее понимание природы, роли и закономерностей гипогенного спелеогенеза имеет большое практическое значение как для теоретической карстологии и спелеологии, так и для эффективного решения практических проблем карстовых территорий: охраны и использования водных ресурсов, прогноза провальной опасности, поиска и эксплуатации нефтегазовых карстогенных месторождений и других видов полезных ископаемых. Фактически, интенсификация исследований по гипогенному спелеогенезу привело к происходящему в настоящее время в мировой карстологии изменению парадигмы: от преимущественно геоморфологической к преимущественно геологической (гидрогеологической).

Численное моделирование спелеогенеза и эволюции карстовых коллекторов. В 90-х годах XX столетия наблюдался бурный прогресс в численном моделировании спелеогенеза, основанном на совместном решении уравнений химического и гидрологического баланса масс, кинетики растворения и трубной или трещинной гидравлики. Ранние модели позволили выявить и количественно охарактеризовать функциональные зависимости между скоростью роста каналов и различными переменными, а также продемонстрировали действие основного спелеогенетического механизма - позитивной обратной связи расхода и скорости роста каналов (Dreybrodt, 1988; Dreybrodt, 1996; Gabrovšek, 2000; Gabrovšek, Dreybrodt, 2001; Palmer, 1988; Palmer, 1991). В дальнейшем такие модели были развиты для двумерных сетей и различных условий (ламинарный и турбулентный поток, различная начальная раскрытость трещин, различные гидравлические граничные условия), что позволило перейти к детальному исследованию эволюции карстовых коллекторов. Специальными моделями исследовались особые обстановки и отдельные эффекты (спелеогенез на участках высоких градиентов - гидротехнических сооружений, спелеогенез в зоне водного уровня, роль коррозии смешивания, роль шероховатости стен трещин, роль различных источников углекислоты и т.п.). Появились работы, моделирующие эволюцию коллекторов с двойной пористостью, где непрерывная фильтрационная среда объединяется с каналовой средой, описываемой уравнениями трубной гидравлики (Annable, Sudicky, 1998; Clemens et al., 1996; Gabrovšek, Dreybrodt, 2001; Kaufmann, Braun, 2000). Выполнены работы по моделированию спелеогенеза в гипсах и артезианских условиях (Birk, 2002; Birk et al., 2003; Klimchouk, Birk, 2006; Rehl et al., in press), подтвердившие правомерность положенной в их основу концептуальной модели "поперечного" артезианского спелеогенеза (Klimchouk, 2000; Klimchouk, 2003a). Дальнейшие усилия направлены на учет фактора свободной конвекции и создание трехмерных моделей спелеогенеза и эволюции карстовых коллекторов.

Такое интенсивное развитие численного моделирования дало множество данных к уточнению и совершенствованию концептуальных моделей и теоретических основ спелеогенеза и гидрогеологии карста. Следует отметить, что теоретическое осмысление получаемых результатов пока отстает от темпов создания новых и более сложных моделей и является актуальной задачей ближайшего времени.

Палеорекострукции по материалам спелеологических исследований

Морфология пещер несет в себе информацию о геоморфологических и гидрогеологических событиях и условиях их формирования, которые могут быть реконструированы на основе знаний о спелеогенезе и миграционных процессах в карстовой среде. С переходом пещер в реликтовое состояние в них преобладают процессы аккумуляции разнообразных отложений, причем стабильные условия пещерной среды в таком состоянии способствуют сохранности пещерных осадков в течение миллионов лет. В последние десятилетия все более осознается огромное значение пещер как универсальных депозитория информации о природных условиях прошлого. Пещерные отложения, в частности натечные, признаны непревзойденными среди других типов континентальных образований по точности датировки и разрешающей способности палеоклиматических реконструкций. Это привлекает к ним внимание целого ряда смежных наук (гидрогеологии, геоморфологии, палеоклиматологии, четвертичной геологии, тектоники, палеосейсмологии, палеонтологии ресурсной геологии и др.), способствует междисциплинарным исследованиям и решению "собственных" проблем спелеогенеза и эволюции карста. Значение этого направления иллюстрируется специальными симпозиумами серии "Climate Changes – The Karst Records" – "Изменения климата по карстовым архивам" (Берген, Норвегия, 1996; Краков, Польша, 2000; Ницца, Франция, 2003; Клуж, Румыния, 2006; Чонгин, Китай, 2008) и большим числом соответствующих публикаций в журналах основного потока. Бурному его развитию способствовал значительный прогресс и возрастающая доступность методов датирования разнообразных материалов, причем расширился спектр возрастного охвата этих методов (Bosák, 2003; Ford, 2004a), а также прогресс в понимании и моделировании механизмов и условий формирования различных видов отложений.

Значительное развитие получили теоретические основы и методы разнообразных палеорекострукций по структуре и морфологии пещерных систем, водномеханическим пещерным отложениям (палеогидрогеологические, палеогеоморфологические, палеоклиматические, спелеогенетические), хемогенным пещерным отложениям (палеогеологические, палеогидрогеологические и палеоклиматические реконструкции). Данные спелеологических исследований позволили существенно уточнить и детализировать геологическую историю отдельных регионов и представления (региональные и общие) о палеогеографии миоцен-четвертичного времени, в частности о режиме и характере тектонических движений, колебаниях уровня океана, хронологии и

масштабах оледенений, сейсмической активности, гидрогеологической эволюции, климатических условиях отдельных эпох и т.п. Примерами региональных палеореконовструкций по материалам спелеологических исследований в Украине являются работы (Вахрушев, 2001; Климчук, 1999). Однако использование огромного потенциала пещер Украины в плане палеореконовструкций сдерживается отсутствием опорных датировок современными методами термоионизационной масс-спектрометрии.

Спелеологические подходы к изучению провальной опасности карстовых районов

В последнее время раскрываются особые возможности спелеологических методов в исследовании процессов провалообразования в карстовых районах. Этим вопросам посвящен спецвыпуск *International Journal of Speleology* (Klimchouk, Lowe, 2004) и ряд региональных публикаций (Андрейчук, 1999; Klimchouk, Andrejchuk, 2003). Использование спелеологических методов позволяет осуществлять прямые исследования провальных структур на уровне иницирующих их полостей, более адекватно интерпретировать механизмы провалообразования, открывает новые возможности для выявления условий возникновения и локализации провальных нарушений, а в конечном счете - для разработки более эффективных подходов к оценке провальной опасности территорий.



глубокое влияние на гидрогеологию и геоморфологию карста, а также на другие основные науки геолого-географического цикла.

Создание НИЦ “Украинский Институт спелеологии и карстологии” и его задачи

Научно-исследовательский центр “Украинский Институт спелеологии и карстологии” (УИСК) создан 28 марта 2006 года совместным приказом МОН Украины и НАН Украины с целью развития и координации в Украине научных исследований карста и природных пещер на современном уровне, создания организационных и материальных условий для реализации потенциала украинских ученых в этой области и содействия их сотрудничеству с зарубежными коллегами, раскрытия научного значения карстовых районов и пещер Украины, научно-методического обеспечения рационального природопользования и охраны ресурсов карстовых регионов (свыше 60% территории страны) и пещер (свыше 1500), подготовки высококвалифицированных научных кадров и интеграции профильных украинских исследований в мировой научный процесс. Особую роль в создании УИСК сыграли ректор ТНУ им.В.И.Вернадского член-корреспондент НАН Украины Н.В.Багров и академики НАН Украины П.Ф.Гожик и В.М.Шестопапов.



Рис. 1. Открытие и первая научная сессия УИСК в апреле 2006 г. Фото слева: Ректор ТНУ Н.В.Багров оглашает совместный приказ президента НАН Украины академика Б.Е.Патона и министра образования и науки Украины Н.С.Николаенко. Фото справа: в зале заседаний.

Приведенный обзор не претендует на полноту. Однако он демонстрирует бурный прогресс и растущее значение современной спелеологии как науки. Спелеология “обречена” на междисциплинарность хотя бы из-за обширного перечня основных дисциплин, вовлеченных в изучение пещерных явлений и процессов и рассматривающих пещеры и карст в качестве своих объектов исследования. Это обстоятельство, бывшее долгое время большой проблемой карстолого-спелеологических исследований, становится преимуществом в современной интегрированной и глобализованной науке, проявляющей особый интерес к стыковым областям. В геоспелеологии центральное место занимает проблема спелеогенеза, развитая в последние десятилетия до статуса полноценной научной теории. Теория спелеогенеза оказывает

УИСК является государственным научно-исследовательским учреждением и входит в структуру Таврического национального университета им.В.И.Вернадского и в состав Отделения наук о Земле НАН Украины. Институт развивает свою работу на базе Таврического национального университета им.В.И.Вернадского, где находится его головной офис. В научном руководстве УИСК принимает участие Институт геологических наук НАН Украины. Институт осуществляет свою деятельность в тесном взаимодействии с академическими учреждениями, университетами, Украинской спелеологической Ассоциацией и другими научными и общественными организациями. Поддержку в деятельности Института оказывают предприятия, эксплуатирующие экскурсионные пещеры в Крыму: Центр спелеотуризма



Рис. 2. Участники первой научной сессии УИСК в апреле 2006 г.

“Оникс-Тур” и предприятия “Кизил-Коба”.

Институт основывает свою деятельность на научном, научно-прикладном и информационном наследии ряда специализированных карстолого-спелеологических подразделений, работавших в Украине в различные периоды:

- Комплексной Карстовой Экспедиции АН УССР (1958-1963) и Отдела карстологии и селей ИМП АН УССР (впоследствии Мингео УССР – 1958-1971; руководитель канд. геол.-мин. наук Б.Н.Иванов),
- Лаборатории Карстологии и Спелеологии ТНУ (1971-2006; руководители доктор геол.-мин. наук В.Н.Дублянский и доктор геогр. наук Б.А.Вахрушев),
- Карстолого-спелеологического Отряда Института геологических наук АН УССР (1979-1992; руководитель канд. геол. наук А.Б.Климчук).

В задачи НИЦ УИСК входит:

- Осуществление фундаментальных, поисковых и прикладных исследований и разработок по приоритетным направлениям спелеологии и карстологии, в том числе междисциплинарных исследований;
- Создание и развитие спелеологических научных стационаров в основных карстовых регионах Украины;
- Развитие организационных, экономических и социальных условий для научного сотрудничества в области спелеологии и карстологии и наиболее полного использования научного потенциала ученых, работающих в этой области;
- Развитие международного научного сотрудничества в области спелеологии и карстологии;
- Участие в решении актуальных проблем охраны природы и рационального природопользования в Автономной республике Крым и других регионах развития карста и пещер в Украине;
- Участие в подготовке и воспитании научных кадров,

содействие в выполнении исследований в области спелеологии и карстологии молодыми учеными, аспирантами и докторантами, в том числе теми, которые работают в других научных учреждениях системы образования и Национальной Академии наук, осуществление связи научных исследований с учебно-воспитательной работой на профильных факультетах ТНУ.

- В решении задач своего развития УИСК опирается на:
 - Богатые традиции карстолого-спелеологических исследований в Украине, наследие и достижения украинской школы карстологов и спелеологов, высокую репутацию украинских ученых в профильном научном сообществе;
 - Приоритетные теоретические разработки украинских ученых, получившие мировое признание;
 - Использование консолидирующего потенциала УИСК – способность Института составить платформу для взаимодействия и сотрудничества всех заинтересованных ученых, работающих в области карста и спелеологии, вне зависимости от их ведомственной принадлежности, а также сотрудничества с общественными спелеологическими организациями;
 - Партнерство с профильными научными и производственными организациями в Украине (ИГН НАНУ, Ин-т географии НАНУ, Ин-т геофизики НАНУ, факультеты и кафедры ТНУ, Крымское отделение УкрГГРИ) и за рубежом;
 - Возможности, предоставляемые базированием в крупном и известном карстовом регионе с его уникальными карстолого-спелеологическими объектами;
 - Возможности, предоставляемые базированием на крупном вузе Украины (ТНУ) – использование новаторских форм вовлечения в исследовательский процесс студентов и аспирантов ТНУ;
 - Наличие обширных связей в мировом карстолого-спелеологическом сообществе и позиции в руководящих органах международных организаций в области карста и спелеологии.

Основные направления развития УИСК

Объединение профильных научных кадров Украины, координация карстолого-спелеологических исследований, подготовка научных кадров. Используя создаваемую научную инфраструктуру, форму общественного членства в УИСК, работу по совместительству и в форме творческих коллективов и рабочих групп, Институт осуществляет функции центра сотрудничества ученых карстологов и спелеологов Украины и других стран.

В состав УИСК помимо штатных сотрудников (11 в 2007-2008 гг.) входят также члены на общественных началах, работающие в других научных организациях и принимающие участие в научной и научно-организационной деятельности Института. Всего в составе УИСК 38 членов из Украины, России, Румынии, Турции, в том числе 12 докторов и 8 кандидатов наук, специалистов в области геологии, геоморфологии, гидрогеологии, инженерной геологии, минералогии, геофизики, микробиологии и других дисциплин.

Институт уделяет приоритетное внимание вовлечению в исследовательскую деятельность студентов и аспирантов ТНУ, а также членов Крымского Горно-спелеологического клуба, работающего на базе ТНУ. Институт будет целенаправленно проводить селекцию перспективной научной молодежи и способствовать ее росту путем вовлечения в исследовательский процесс, предоставления доступа к научной инфраструктуре УИСК, помощи в подготовке дипломных и диссертационных работ и организации зарубежных стажировок в ведущих мировых научных центрах.

Развитие научной инфраструктуры и материально-технической базы УИСК, консолидация научной информации в области карстологии и

спелеологии. Используя все доступные источники материальных ресурсов, Институт осуществляет систематическую целенаправленную деятельность по созданию и развитию современной научной инфраструктуры УИСК, в которую входят четыре основных составляющих:

- Интегрированная цифровая система-депозитарий профильной научно-технической информации обеспечивающая создание, хранение, обработку, поиск и эффективное использование научно-технических данных, доступ к международным сетям и базам научно-технической информации, консолидацию и реанимацию для научно-производственного использования материалов карстолого-спелеологических исследований прошлых лет в Крыму, Украине и СНГ, а также материалов исследований общественных спелеологических организаций. Система включает электронные базы данных, кадастры, каталоги, карты, геоинформационные системы, цифровую библиотеку специальной литературы, веб-сайты, сетевые средства, порты авторизованного доступа к международным базам и системам.

- Научно-техническая библиотека и архив (бумажные носители). На основе личных собраний специальной литературы сотрудников УИСК и пожертвований ученых и партнерских организаций разных стран в УИСК заложена основа профильной научно-технической библиотеки по карсту и спелеологии. Продолжается организованная в 2006 г. широкая международная кампания по сбору специальной литературы для УИСК, в результате которой к концу 2008 г. собрано свыше 7000 наименований общей стоимостью свыше 80 тыс. долларов, поступившей от ~ 35 организаций из 12 стран. Институт прилагает большие усилия по электронной каталогизации и переводу литературы в цифровые форматы, а также по организации доступа и упорядоченного использования библиотеки УИСК, в том числе сетевого, научными работниками и студентами ТНУ и других организаций.



Рис. 3. Зам. директора УИСК по науке, декан географического факультета ТНУ Б.А.Вахрушев и старший научный сотрудник, доцент Г.Н.Амеличев в библиотеке Института.

• Лабораторно-приборная база. В развитии лабораторно-приборной базы УИСК приоритетными на данном этапе являются средства создания и развития цифровой/сетевой инфраструктуры, а также приборы и оборудование для картирования карста и пещер и мониторинга параметров среды и процессов.

• Полевые научные стационары создаются в сотрудничестве с соответствующими партнерскими организациями на наиболее выдающихся пещерных объектах Крыма и Западной Украины как полигоны мониторинга параметров среды и процессов в карсте и пещерах, а также комплексных, систематических и детальных исследований для решения фундаментальных и прикладных научных задач.

Фундаментальные исследования. В качестве приоритетных научных направлений на ближайшие годы приняты такие, в которых украинские ученые занимают лидирующие позиции на мировом уровне и которые имеют потенциал существенного воздействия на широкий круг наук о Земле и решения актуальных практических проблем карстовых территорий:

• Гипогенный карсто/спелеогенез: Теоретические основы, региональные обобщения, специальные и прикладные аспекты (гидрогеология, формирование и прогноз карстовых нефтегазовых и рудных месторождений; провальная опасность);

• Теория и методы реконструкции природных условий прошлого по комплексным исследованиям карста и датировке отложений пещер, построение новой региональной шкалы хронологии событий мио-плио-плейстоцена для юго-восточной Европы и Черноморского региона;

• Интегрирование теоретических основ гидрогеологии и геоморфологии карста, разработка теории эволюции карста;

• Роль, строение и функционирование эпикарстовой зоны карстовых массивов;

• Разработка научных основ природопользования, природоохранных мер и оценки антропогенных воздействий на окружающую среду для карстовых районов и пещер с учетом их специфических свойств;

• Изучение механизмов провалообразования, совершенствование научных подходов и методов оценки провальной опасности на закарстованных территориях;

• Палеонтология пещерных местонахождений Украины;

• Изучение влияния карстовой среды на условия жизни и деятельности населения закарстованных территорий (хозяйственные, медико-географические, социально-экономические, культурно-этнические и др. аспекты).

Прикладные исследования. Являясь основным центром компетенции в области карста и пещер в Украине, УИСК обеспечивает предоставление научно-прикладных и экспертных услуг по потребностям органов государственного управления и производственных организаций. Через прикладные исследования Институт участвует в решении актуальных проблем охраны природы и природопользования АПК и других регионов развития карста и пещер в Украине, в частности осуществляет:

• Обоснование и внедрение научных подходов к природопользованию в карстовых районах, основанных на всестороннем учете их карстовой специфики;

• Научно-методическое обеспечение учета и документации пещерных ресурсов Украины, ведет Кадастр природных пещер Украины;

• Научно-прикладное и методическое обеспечение вопросов практического использования карстовых пещер как туристско-

экскурсионных объектов и в других целях;

• Разработку ОВОС, ТЭО и заключений по использованию спелеообъектов и ресурсов карстовых территорий;

• Прикладные исследования по охране и использованию водных ресурсов карста, прогнозу и оценке провальной опасности, прогнозу и разведке связанных с карстом полезных ископаемых (нефти и газа, рудных ископаемых), проблемам горнодобывающей деятельности в карстовых районах;

Международное сотрудничество. УИСК развивает сотрудничество с профильными международными организациями и карстолого-спелеологическими научными институтами, центрами Польши, Словении, Румынии, России, Турции, Италии, Франции, Германии, США, Китая и других стран. Целями международного сотрудничества УИСК являются:

• Кооперация с родственными организациями, привлечение лабораторно-аналитических, экспериментальных и прочих ресурсов зарубежных научных центров к решению задач развития Института и исследования карстовых регионов и пещер Украины;

• Интеграция деятельности УИСК в международные научные и научно-организационные программы, достижение и поддержание высокого мирового уровня проводимых исследований;

• Достижение Институтом статуса одного из признанных международных научных центров в области карстологии и спелеологии;

• Привлечение финансирования на научные исследования со стороны международных программ и партнерских организаций;

• Повышение научного уровня и квалификации сотрудников и членов УИСК.

УИСК уже сейчас играет заметную роль в международных программах интеграции карстолого-спелеологических исследований, таких как “Карстовый Информационный Портал” (www.karstportal.org), “Спелеогенетическая сеть” (www.network.speleogenesis.info) и др. УИСК выступил одним из основателей создаваемой в настоящее время Международной Сети Институтов Карста и Пещер (ICKRIN), в которую входят 15 институтов и центров из 10 стран, а также базовой организацией в создании глобальной международной онлайн-библиографической системы KarstBase (<http://www.network.speleogenesis.info/directory/bibliography/karstbase/index.php>). В настоящее время совместно с рядом зарубежных научных центров разрабатываются основы крупного международного проекта по гипогенному спелеогенезу, ведущую роль в котором занимает УИСК. Институт определен головным организатором Международной Конференции “Гипогенный спелеогенез и гидрогеология карста артезианских бассейнов”, которая будет проведена в Украине в мае 2009 года по программе Международного года планеты Земля (ЮНЕСКО-IUGS), под эгидой Международного спелеологического Союза и проекта ЮНЕСКО IGCP-513 “Глобальное исследование карстовых коллекторов и водных ресурсов”. Партнерами в организации этой конференции выступают Национальный Институт Исследования Пещер и Карста (США) и Институт геологических наук НАН Украины.

В 2007-2008 гг. УИСК организовал ряд совместных проектов с родственными зарубежными организациями и приступил к их реализации:

- по моделированию артезианского спелеогенеза в платформенных обстановках (с университетом Граца, Австрия);
- по изучению гипогенного спелеогенеза в бассейне Конья (с университетом Хасетепе в Анкаре, Турция);
- по сравнительному изучению эволюции Динарского и Крымского карста по данным геоморфологического и спелеогенетического анализа (со Словенским Институтом Карстовых Исследований в Постойне, Словения).

За рассматриваемый период Институт принимал в Крыму коллег из России, Польши, Турции, США. В сентябре 2007 года сотрудник УИСК Г.В.Самохин участвовал в экспедиции УСА в глубочайшую пещеру мира Крубера на Западном Кавказе, где совершил погружение в конечный сифон и достиг предельной глубины 2191 м. В октябре 2007 года группа из 7 научных сотрудников УИСК осуществила ознакомительную поездку по карстовым районам Венгрии и Словении, в марте 2008 г. А.Б.Климчук осуществил обширную полевую поездку по карстовым районам Бразилии, в июне 2008 двое сотрудников приняли участие в полевых работах в карстовых районах юга Турции.

Некоторые научные итоги работы УИСК в 2007-2008 годах

За короткий срок с реального начала своей деятельности (с мая 2007 г.) УИСК существенно продвинулся в реализации поставленных задач и развитии намеченных направлений исследований.

По большинству из упомянутых направлений

фундаментальных исследований развернуты инициативные работы, уже принесшие важные результаты и создавшие основу для разработки и подачи проектов-заявок на финансирование в рамках национальных и международных программ.

К числу наиболее существенных достижений “стратегического” характера следует отнести развитие научной инфраструктуры – профильной научной библиотеки и интегрированной цифровой системы-депозитария профильной научно-технической информации. К концу 2008 года будет завершена работа по модернизации веб-сайта УИСК (www.institute.speleoukraine.net) и открытию многоуровневого (от общего до привилегированного - для общественных членов Института) внешнего доступа к научным ресурсам УИСК. Другим важным достижением являются научные публикации УИСК. За это время Институт и его сотрудниками опубликовано 4 монографии (по геоэкологии карста - Андрейчук, 2007а; по пещере Золушка – Андрейчук, 2007б; по гипогенному спелеогенезу - Klimchouk, 2007; по роли спелеогенеза в формировании серных месторождений Предкарпатья – Климчук, 2007) и свыше 30 статей, в том числе в международных журналах с высокими импакт-факторами (*Geomorphology, Water Resources Research, AAPG Bulletin, Journal of Karst and Cave Studies, International Journal of Speleology, Acta Carsologica*). Институт стал международно-признанным лидером в развитии одного из наиболее “горячих” направлений современной карстологии и спелеологии – теории гипогенного спелеогенеза. В 2008 году УИСК-ом



Рис. 4. Участники полевой научной экскурсии “Гипогенный карст Предгорного Крыма” во время первых Крымский Чтений в апреле 2008 г.

основан научный журнал “Спелеология и Карстология”, подготовлен его первый выпуск.

В апреле 2006 года в Симферополе была проведена первая научная сессия УИСК, в которой приняли участие 40 ученых. В апреле 2008 года проведена первая международная конференция в основанной УИСКом серии “Крымские карстовые чтения: Состояние и проблемы карстолого-спелеологических исследований”, в которой приняло участие 48 человек, в том числе 19 докторов и кандидатов наук, из Украины (Симферополь, Севастополь, Киев, Тернополь, Львов), России (Москва, Санкт-Петербург, Уфа, Самара, Иркутск), Польши (Сосновец). В ходе двух дней научных сессий было представлено 42 доклада по актуальным вопросам карстологии и спелеологии и проведена полевая научная экскурсия по гипогенному карсту Предгорного Крыма. В 2007-2008 гг. сотрудники УИСК провели по приглашениям 9 семинаров и лекций в различных университетах США, Бразилии и Турции, а также приняли участие, в том числе с пленарными докладами, в крупных международных конгрессах и конференциях:

- Генеральной Ассамблее Европейского Союза Геонаук (Вена, Австрия, апрель 2007 и апрель 2008);
- Международной Конференции по гидрогеологии и экосистемам карста, Боулинг-Грин, США, август 2007);
- Международной Конференции по палеокарсту и карстовым коллекторам (Рапид Сити, США, июнь, 2008);
- Геологическом Конгрессе США (октябрь, Хьюстон, 2008).

В этот же период Институтом были подготовлены и внесены в органы государственного управления аналитические записки “О неотложных мерах по обеспечению охраны ресурсов подземных вод в карстовых районах” и “Кадастр пещер: Состояние и задачи”, выполнено 12 заключений по запросам различных организаций.

ВЫВОДЫ

Современный период знаменуется возрастанием значения и широким признанием спелеологии и карстологии в современной науке и их переходом в статус дисциплин “основного потока” (mainstream science) наук о Земле, оказывающей существенное влияние на смежные одноранговые дисциплины. Резко возросло практическое значение карстолого-спелеологических исследований.

Создание в 2006 году Украинского Института спелеологии и карстологии основывалось на богатых традициях и истории этих дисциплин в Украине и обозначило начало нового этапа в их развитии в Украине.

ЛИТЕРАТУРА

- Андрейчук В. Карст как геоэкологический фактор. – Сосновец - Симферополь, 2007а. – 138 с.
- Андрейчук В. Пещера Золушка. – Сосновец - Симферополь, 2007б. – 408 с.
- Андрейчук В.Н. Провалы над гипсовыми лабиринтовыми пещерами и оценка устойчивости закарстованных территорий. – Черновцы: Прут, 1999. – 51 с.
- Вахрушев Б.А. Палеогеография Крыма в свете новейших

карстолого-спелеологических исследований // Культура народов Причерноморья. – 2001. – № 17. – С. 11-20.

Дублянский В.Н., Кикнадзе Т.З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. – М: Наука, 1984. – 125 с.

Дублянский Ю.В. Закономерности формирования и моделирование гидротермокарста. – Новосибирск: Наука, Сиб. отд-ние, 1990. – 151 с.

Климчук А.Б. Гидрогеологические условия развития и генезис карстовых полостей в неогеновых сульфатных отложениях Вольно-Подольского артезианского бассейна: Автореф. дисс. канд. геол. наук. – Киев: Ин-т геол. наук НАНУ, 1999. – 25 с.

Климчук А.Б. Основные особенности и проблемы гидрогеологии карста: спелеогенетический подход. Сообщение 1: Пористость и проницаемость карстовых коллекторов // Пещеры. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2001а. – Вып. 27-28. – С. 22-51.

Климчук А.Б. Основные особенности и проблемы гидрогеологии карста: спелеогенетический подход. Сообщение 2: Развитие каналовой проницаемости (спелеогенез) // Пещеры. – Пермь: Изд-во Пермского ун-та, 2001б. – Вып. 29-30. – С. 15-29.

Климчук А.Б. Роль спелеогенеза в формировании серных месторождений Предкарпатья. – Симферополь: ДИАИПИ, 2007. – 64 с.

Annable W. L., Sudicky E. A.. Simulation of karst genesis: hydrodynamic and geochemical rock-water interactions in partially-filled conduits // Bull. d'Hydrogéol. – 1998. – Vol. 16. – P. 211-221.

Birk S. Characterisation of karst systems by simulating aquifer genesis and spring responses: Model development and application to gypsum karst. – Tübingen Geowissenschaftliche Arbeiten. – 2002. – C60. – 122 p.

Birk S., Liedl R., Sauter M., Teutsch G. Hydraulic boundary conditions as a controlling factor in karst genesis: A numerical modeling study on artesian conduit development in gypsum // Water Resources Research. – 2003. – Vol. 39(1). – P. 1004.

Bosák B. Karst processes from the beginning to the end: How can they be dated? // F. Gabrovšek (ed.), Evolution of karst: from prekarst to cessation. – Postojna-Ljubljana: Založba ZRC, 2003. – P. 191-223.

Boston P.J. Extraterrestrial cave-forming mechanisms. 2003 NSS Convention Abstracts // Journal of Cave and Karst Studies. – 2003. – 65(3). – P. 183.

Boston P.J. et al. Cave Biosignature Suits: Microbes, Minerals, and Mars // Astrobiology. – 2001. – Vol. 1(1). – P. 25-55.

Buhmann D., Dreybrodt W. The kinetics of calcite dissolution and precipitation in geologically relevant situations of karst areas. 1. Open system // Chemical Geology. - 1985a. – Vol. 48. – P. 189-211.

Buhmann D., Dreybrodt W. The kinetics of calcite dissolution and precipitation in geologically relevant situations of karst areas. 2. Closed system // Chemical Geology. – 1985b. – Vol. 53. – P. 109-124.

Clemens T., Hückinghaus D. Sauter M., Liedl R., Teutsch G. A combined continuum and discrete network reactive transport model for the simulation of karst development. Calibration and Reliability in Groundwater Modelling, IAHS. – 1996. – Publ. 237. – P. 309-318.

Dreybrodt W. Processes in Karst Systems – Physics, Chemistry, and Geology. – Berlin: Springer, 1988.

Dreybrodt W. Principles of early development of karst conduits under natural and man-made conditions revealed by mathematical analysis of numerical models // Water Resources Research. – 1996. – Vol. 32(9). – P. 2923-2935.

Dubljansky Yu. Hydrothermal speleogenesis: its settings

- and peculiar features // A. Klimchouk, D. Ford, A. Palmer, W. Dreybrodt (eds.), *Speleogenesis: Evolution of karst aquifers*. – Huntsville: Natl. Speleol. Soc., 2000. – P. 292-297.
- Ford D.C. Paleoenvironments: Speleothems // John Gunn (ed.), *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. – New York - London: Fitzroy Dearborn / Taylor and Francis, 2004a. – P. 555-558.
- Ford D.C. Speleogenesis: Unconfined Settings // John Gunn (ed.), *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. – New York - London: Fitzroy Dearborn / Taylor and Francis, 2004b. – P. 684-686.
- Ford D.C., Williams P.W. Karst Geomorphology and Hydrology. – London: Chapman & Hall, 1989. – 601 p.
- Gabrovšek F. The Evolution of Early Karst Aquifers: From simple principles to complex models. – Ljubljana: Založba, ZRC, 2000.
- Gabrovšek F., Dreybrodt W. A model of the early evolution of karst aquifers in limestone in the dimensions of length and depth // *Journal of Hydrology*. – 2001. – Vol. 240. – P. 206-224.
- Groves C. G., Howard A. D. Early development of karst systems: 1. Preferential flow path enlargement under laminar flow // *Water Resources Research*. – 1994. – Vol. 30(10). – P. 2837-2846.
- Hill C. Sulfuric acid, hypogene karst in the Guadalupe Mountains of New Mexico and West Texas, USA // A.Klimchouk, D.Ford, A.Palmer, W.Dreybrodt (eds.), *Speleogenesis: Evolution of karst aquifers*. – Huntsville: Natl. Speleol. Soc., 2000. – P. 309-316.
- Kaufmann G., Braun J. Karst aquifer evolution in fractured, porous rocks // *Water Resources Research*. – 2000. – Vol. 36(6). – P.1381-1391.
- Klimchouk A.B. Speleogenesis under deep-seated and confined settings // A.Klimchouk, D.Ford, A.Palmer, W.Dreybrodt (eds.), *Speleogenesis: Evolution of karst aquifers*. Huntsville: Natl. Speleol. Soc., 2000. – P. 244-260.
- Klimchouk A.B. Evolution of karst in evaporites // F.Gabrovsek (ed.), *Evolution of karst: from prekarst to cessation*. – Postojna-Ljubljana: Založba ZRC, 2003. – P. 61-96.
- Klimchouk A.B. Conceptualisation of speleogenesis in multi-storey artesian systems: a model of transverse speleogenesis // *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*, www.speleogenesis.info. – 2003a. – Vol. 1(2). – 18 p.
- Klimchouk A.B. Unconfined versus confined speleogenetic settings: variations of solution porosity // *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*, www.speleogenesis.info. – 2003a. – Vol. 1(2). – 7 p.
- Klimchouk A.B. Speleogenesis // John Gunn (ed.), *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. – New York - London: Fitzroy Dearborn / Taylor and Francis, 2004a. – P. 666-668.
- Klimchouk A.B. Speleogenesis: Deep-Seated and Confined Settings // John Gunn (ed.), *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. – New York - London: Fitzroy Dearborn / Taylor and Francis, 2004b. – P. 681-683.
- Klimchouk A.B. Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective // *Special Paper*. – National Cave and Karst Research Institute, Carlsbad, 2007. –N 1. – 106 p.
- Klimchouk A.B. Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective. – Carlsbad: National Cave and Karst Research Institute, 2007. – 106 p.
- Klimchouk A., Birk S. Speleogenesis in cratonic multi-storey artesian systems: conceptual and numerical models // EGU General Assembly 2006 Paper EGU06-A-05888. – *Geophysical Research Abstracts*. – 2006. – Vol. 8, 05888.
- Klimchouk A.B., Ford D., Palmer A., Dreybrodt W. (eds.), *Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers*. – Huntsville: Natl. Speleol. Soc., 2000. – 527 p.
- Klimchouk A.B., Andrejchuk V.N. Karst breakdown mechanisms from observations in the gypsum caves of the Western Ukraine: Implications for subsidence hazard assessment // *Environmental Geology*. – 2005. – Vol. 48(3). – P. 336-359. (таже опубліковано в *Speleogenesis and Evolution of Karst Aquifers*, www.speleogenesis.info. – 2003. – Vol. 1(1). – 20 p.).
- Klimchouk A., Lowe D. (eds.). Implication of Speleological Studies for Karst Subsidence Hazard Assessment. *International Journal of Speleology*, Theme issue. – 2004. – № 30.
- Myroie J. E. Speleogenesis: Coastal and Oceanic Settings // John Gunn (ed.), *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. – New York - London: Fitzroy Dearborn / Taylor and Francis. – 2004. – P. 674-677.
- Myroie J. E., Carew J. L. Karst development on carbonate islands // Budd D.A., Saller A.H. and Harris P.A. (eds.), *Unconformities in Carbonate Strata – Their Recognition and the Significance of Associated Porosity*. – AAPG Memoir, 1995. – Vol. 63. – P. 55-76.
- Palmer A. N. Solutional enlargement of openings in the vicinity of hydraulic structures in karst regions // *Proceedings of the 2nd Conference on Environmental Problems in Karst Terranes*, Dublin, Ohio, Association of Ground Water Scientists and Engineers. – 1988. – P. 3-13.
- Palmer A. N. Origin and morphology of limestone caves // *Geological Society of America Bulletin*. – 1991. – Vol. 103. – P. 1-21.
- Palmer A.N. Geochemical models for the origin of macroscopic solution porosity in carbonate rocks // Budd A.D., Saller A.H. and Harris P.M. (eds.), *Unconformities and porosity in carbonate strata*. – AAPG Memoir, Tulsa, Oklahoma, 1995. – Vol. 63. – P. 77-101.
- Rehl C., Birk S., Klimchouk A. Conduit Evolution in Deep-seated Settings: Conceptual and Numerical Models Based on Field Observations // *Water Resources Research*, in press.
- White W. B. *Geomorphology and Hydrology of Karst Terrains*. – New York: Oxford University Press, 1988.
- Worthington S.R.H., Smart C. Groundwater in Karst: Conceptual Models // John Gunn (ed.), *Encyclopedia of Caves and Karst Science*. – New York - London: Fitzroy Dearborn / Taylor and Francis, 2004. – P. 399-401.