

**Г.Н. Амеличев, А.Б. Климчук, Е.И. Тимохина****Спелеогенез в меловых и эоценовых отложениях долин рек Зуя и Бурульча (восточная часть Предгорного Крыма)**

Амеличев Г.Н., Климчук А.Б., Тимохина Е.И. Спелеогенез в меловых и эоценовых отложениях долин рек Зуя и Бурульча (восточная часть Предгорного Крыма) // Спелеология и карстология - № 7. – Симферополь. – 2011. С. 52-64.

Резюме: Ввиду меньшей денудационной раскрытости водоносных горизонтов восточного Предгорья по сравнению с юго-западным Предгорьем, гидравлическая связь Главной гряды и Равнинного Крыма сохраняется по некоторым из них до настоящего времени. В раскрытых денудацией частях доступны для непосредственного изучения карстовые индикаторы восходящих перетоков между различными горизонтами, представленные различными полостными формами гипогенного карста. В статье характеризуются условия заложения и морфология карстопроявлений в смежных долинах рек Зуя и Бурульчи, отражающих палеогидрогеологические обстановки напорного перелива между различными горизонтами мела, палеоцена и неогена. Возраст рельефа восточного Предгорья предполагается более молодым, чем в юго-западном Предгорье.

Ключевые слова: карст; гидрогеология карста; гипогенный спелеогенез; Горный Крым; Предгорный Крым.

Амеличев Г.М., Климчук О.Б., Тимохина Е.І. Спелеогенез у крейдових та еоценових відкладах рік Зуя та Бурульча (східна частина Передгірного Криму) // Спелеологія і карстологія - № 7. Симферополь. – 2011. С. 52-64.

Резюме: Зважаючи на меншу денудаційну розкритість водоносних горизонтів східного Передгір'я в порівнянні з південно-західним Передгір'ям, гідралічний зв'язок Головної гряди і Рівнинного Криму зберігається по деяких з них до теперішнього часу. У розкритих денудацією частинах доступні для безпосереднього вивчення карстові індикатори висхідних перетікань між різними горизонтами, представлені різними порожнинними формами гипогенного карсту. У статті характеризуються умови залягання і морфологія карстопроявів в суміжних долинах річок Зуї і Бурульчи, що відображають палеогідрогеологічні обстановки напірного переливу між різними горизонтами крейди, палеоцену і неогену. Вік рельєфу східного Передгір'я припускається більш молодшим, ніж в південно-західному Передгір'ї.

Ключові слова: карст; ідрогеологія карсту; гіпогенний спелеогенез; Гірський Крим; Передгірний Крим.

Amelichev G.M., Klimchouk A.B., Tymokhina E.I. Speleogenesis in the Cretaceous and Eocene successions of the Zuya and Burul'cha river valleys (eastern part of the Crimean fore-mountains) // // Speleology and Karstology - № 7. – Simferopol. – 2011. P. 52-64.

Abstract: Due to lesser degree of less denudational exposure of aquiferous horizons in the eastern part of the Crimean fore-mountains as compared to the south-west sector, hydraulic connection of the Main Range and Plain Crimea is preserved along some of them till nowadays. The karstic indicators of ascending groundwater exchange between different aquifers are available for a direct examination in the incised and exposed parts of the monocline slope, represented by different cavernous forms of hypogenic morphology. The paper characterizes condition of occurrence and morphology of karst features in the sub-parallel valleys of the Zuya and Burul'cha rivers, corresponding to paleo-hydrogeological situations of the ascending flow between different aquifers of Cretaceous, Paleogene and Neogene. Age of relief of the eastern sector of the Crimean fore-mountains is assumed to be younger than in south-western sector.

Keywords: karst; karst hydrogeology; hypogene speleogenesis; Crimean Mountains; Crimean fore-mountains.

ВВЕДЕНИЕ

Восточная часть крымского Предгорья отличается худшей выраженностью куэстового рельефа, чем его юго-западный отрезок. К востоку от Симферополя хорошо представлены лишь Внутренняя гряда и Южная продольная депрессия. Внешняя гряда

здесь орографически сливается с Внутренней из-за неразработанности Северной продольной депрессии, либо проявляется в виде фрагментарного слабо выраженного уступа высотой до 10 м.

Такой характер рельефа свидетельствует об относительно молодом возрасте восточного Предгорья. Об этом также говорят и другие данные. Например, на этом участке до настоящего времени в значительной степени сохранились условия гидравлической связи между водоносными комплексами, разнородными по литологии и возрасту пород. В этом плане восточное

Предгорье играет куда более важную роль в восполнении ресурсов подземных вод и формировании их высокого качества на полуострове. На примере района можно проследить обстановки перетоков карстовых вод, следующих из краевой области питания (Горный Крым) в коллекторы Равнинного Крыма. Отмеченные условия позволяют наблюдать элементы карстовых гидрогеологических структур в промежуточной полосе между Горным Крымом и куэстовыми грядами Предгорья, что уже невозможно в юго-западном Предгорье из-за денудационного уничтожения бывших водовмещающих толщ и орографического и гидравлического отделения Предгорья от питающей области Горного Крыма Южной продольной депрессией.

К востоку от Симферополя карстово-водоносные системы Предгорья становятся менее раскрытыми, а их структурные элементы - более взаимосвязанными и функциональными. В этом же направлении снижается количество и площади обнажения реликтовых гипогенных карстопроявлений. На восточном замыкании Внутренней гряды, у северной окраины массива Агармыш, водоносные системы гипогенного карста функционируют уже на глубинах 600-700 м, охватывая толщу верхнеюрских, меловых, палеоценовых и неогеновых отложений и обладая характерным для районов классического гипокарста набором термобарогеохимических показателей.

В ходе авторских полевых обследований территории в 2010 г. в двух соседних долинах рек Зуи и Бурульчи был выявлен богатый комплекс

поверхностных и подземных карстовых форм гипогенной этиологии. Ранее карстопроявления в этом регионе рассматривались как результат развития эпигенных карстовых процессов (Душевский, 1971; Душевский, Подгородецкий, 1987) либо как результат селективной денудационной деятельности с ведущей ролью выветривания (Душевский и др., 1979). Интенсивное развитие теории и методологии исследований гипогенного карста (Klimchouk, 2007; 2009) и его уверенная идентификация в юго-западной части Крымского предгорья (Климчук и др., 2009; 2011а, б) позволяют трактовать выявленные морфоскульптуры как признаки участков восходящих перетоков между толщами в прошлом. Уникальность положения закарстованных толщ мела и палеогена на гидрогеологически активном стыке структур Горного и Равнинного Крыма и доступность для изучения реликтовых форм гипогенного карста позволяют реконструировать разнообразные взаимоотношения контактирующих водоносных горизонтов, условия перетока карстовых вод между ними и механизмы спелеогенеза в прошлом, особенно на стадиях раскрытия отдельных горизонтов водоносного комплекса.

Цель настоящей статьи – обобщить новый фактический материал по геологии, гидрогеологии и гипогенной карстовой морфологии поверхностных обнажений и полостей в долинах рек Зуи и Бурульчи для расширения представлений о спелеогенетических обстановках и дальнейшего развития региональной модели гипогенного карста крымского Предгорья.

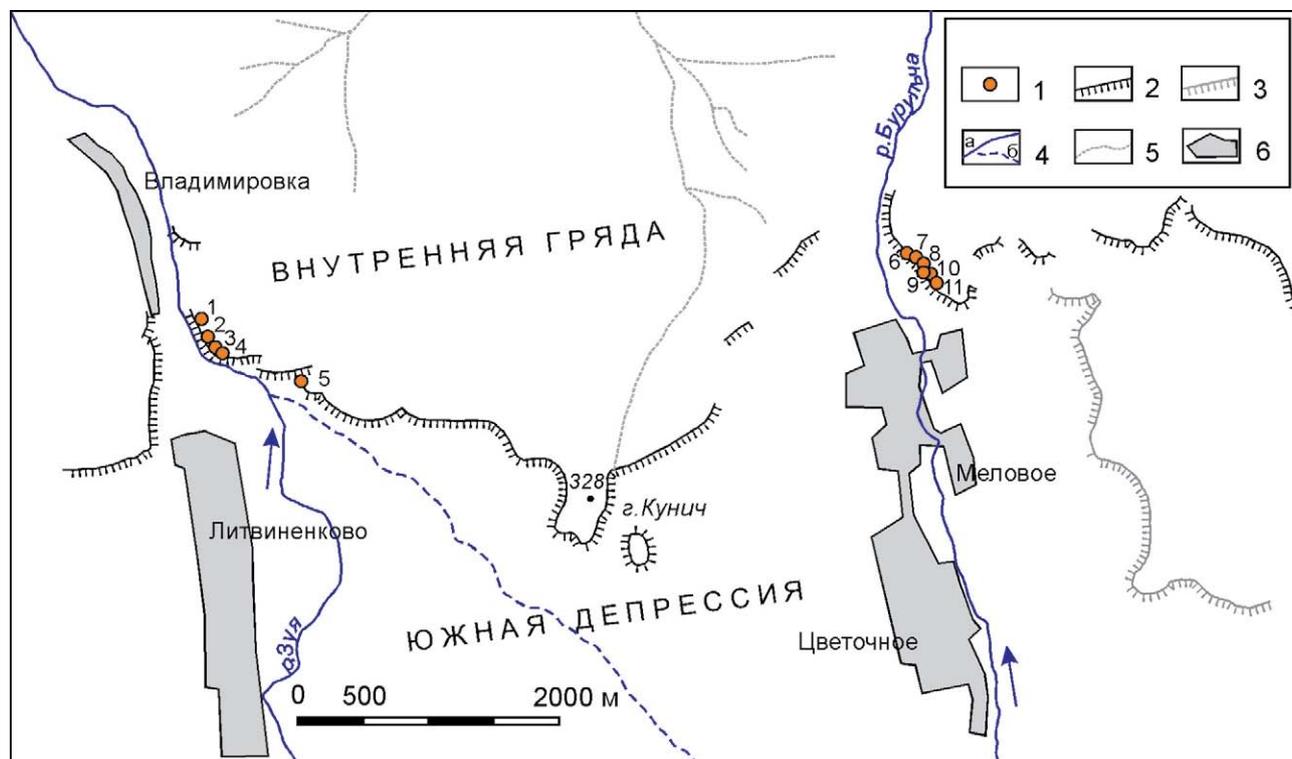


Рис. 1. Орогидрографическая схема восточной части Внутренней гряды на участке с гипогенными карстопроявлениями в долинах рек Зуя и Бурульча. 1 – карстовые полости (1 – Лабиринт, 2 – Коровий грот, 3 – Два колодца, 4 – Кырк-Азис, 5 – Завальная, 6 – 438-1, 7 – 438-3, 8 – 438-5, 9 – 438-2, 10 – 438-4, 11 – 438-6); 2 – современная бровка Внутренней гряды; 3 – бровка меловой палеокуэсты (ныне без известняковой брони); 4 – водотоки: а – консеквентные, б – субсеквентные; 5 – палеорусла на структурной поверхности Внутренней гряды; 6 – населенные пункты.

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА УЧАСТКА

Исследованный район охватывает средние части соседних субпараллельных, вытянутых в меридиональном направлении, долин рек Зуя и Бурульча, расположенных в пределах Внутренней гряды Крыма на участке между Симферополем и Белогорском (рис. 1). Обе долины являются правыми притоками р. Салгир, хотя из-за маловодности не доносят свои воды до устья, теряя их в Равнинном Крыму. Их разделяет асимметричный водораздел шириной около 6 км с главенствующей вершиной г. Кунич (328 м) на эскарпе Внутренней гряды. Пологоволнистая поверхность водораздела с уклоном 5-10° падает к северу. Она покрыта разнотравно-типчаково-ковыльными степями и посевами сельскохозяйственных культур на остаточном-карбонатных черноземах и дерновых карбонатных почвах малой и средней мощности. Для района характерен полусухой, теплый предгорный климат с относительно жарким (средняя температура июля 21-23°) и сухим летом и теплой (средняя температура января 0-2°) зимой. Годовое количество осадков составляет 400-500 мм.

Геологическое строение долин рр. Зуя и Бурульча специально не изучалось, хотя отдельные встречающиеся здесь ярусы и горизонты в литературе описаны достаточно хорошо. На исследованном участке представлены осадочные породы возрастом от готерива (нижний мел) до сармата (верхний миоцен), обладающие разнообразной литологией. Более древние нижнемеловые и верхнеюрские породы, залегающие в основании геологического разреза, обнажаются только в верховьях речных бассейнов и здесь детально не характеризуются. Наиболее распространение среди вскрытых пород получили пески, песчаники, галечники и конгломераты верхнего готерива (рис. 2), которые залегают на размытой поверхности валанжинских отложений. Они известны под названием мазанской свиты. Их разрез начинается слоем конгломерата, залегающего на размытой поверхности верхневаланжинских известняков. Выше следует мощная толща уплотненных тонкозернистых



Рис. 2. Схема геологического строения междуречья Зуи и Бурульчи (по Геологической карте..., 1984)

глинистых песков с ритмично повторяющимися горизонтами своеобразных конгломератов. Еще выше располагаются небольшие рифы известняков, опять перекрываемые толщей песков мощностью 10-12 м. Венчается описываемая толща небольшим слоем желтоватых зоогенных известняков, сохранившихся от размыта только на отдельных участках.

У шоссе Симферополь-Зуя и у с. Цветочное размытая поверхность песков мазанской свиты перекрыта аптскими и альбскими глинами, мергелями сеномана, турона и коньяка мощностью не более десяти метров, залегающими ингрессивно в древних, преаптских эрозионных ложбинах, промытых в породах мазанской свиты. Здесь на отдельных участках мазанская свита контактирует с перекрывающими ее нуммулитовыми известняками эоцена. Профильным бурением в районе селений Мазанка, Зуя, Цветочное и к северу от них породы мазанской свиты прослежены на большой площади под эоценовыми и сарматскими осадками. При этом установлено, что валанжинские и титонские подстилающие отложения в северном направлении быстро выклиниваются, вследствие чего мазанская толща (залегающая на юге на валанжине) севернее залегают на средней юре, а затем на палеозойских породах. Сложена эта толща комплексом пород, в состав которых входят галечники, пески, углистые глины, а в основании и красноцветы. Мощность описываемого комплекса достигает 200-250 м.

В нижней части рассматриваемых участков долин, у сс. Литвиненково и Цветочное, на правом берегу рр. Зуя и Бурульча обнажаются глауконитовые и нуммулитовые известняки эоцена, контактирующие с мергелями верхнего мела (рис. 3). Они моноклиально падают к северо-западу под углами 10-15°. Эти массивные известняки имеют желтоватый цвет и мощность до 40-45 м. Ими сложена выступающая в рельефе Внутренняя гряда.

Венчают сводный геологический разрез коренных отложений долин сарматские отложения верхнего миоцена, которые с перерывом перекрывают эоценовые известняки, и распространены на структурном склоне Внутренней гряды. Они представлены преимущественно глинисто-карбонатными фациями. Слои известняков и глин у северной границы рассматриваемых участков долин падают под углами 5-10° к северу. Они имеют незначительную мощность, но, благодаря малым углам падения, занимают к северу большие площади.

В нижней части долины на правом берегу р. Бурульча, у бывшего с. Меловое, В.П. Душевским и Н.И. Лысенко (1975) на контакте палеогеновых и сарматских известняков обнаружено значительное скопление железной руды в коренном залегании. Рудное тело толщиной 0,5-0,7 м прослеживается вдоль обрыва на расстоянии 120-150 м (рис. 4). Руда залегают на кровле нуммулитовых известняков, имеющих в отдельных местах тонкий слой зеленовато-серой глины. Подобная прослойка глины отмечена также и над рудной залежью, которая перекрывается сверху известняками и пудингами сармата. Рудный материал представлен в основном округлыми железистыми оолитами и пизолитами ржаво-бурого цвета. Размеры пизолитов колеблются от 0,5 до 3,5-4,0 см в поперечнике. Руда



Рис. 3. Характер контактов верхнемеловых мергелей и эоценовых известняков в долинах рек Зуи (сверху) и Бурульчи (снизу).

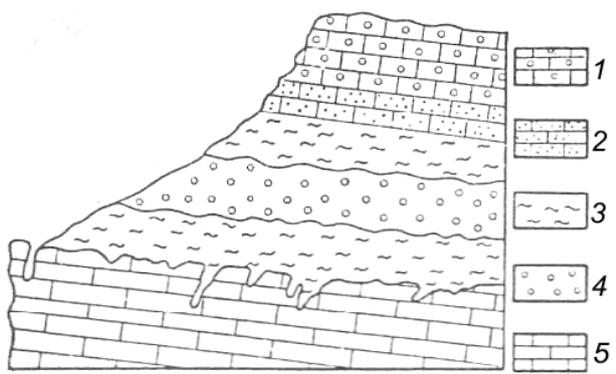


Рис. 4. Схематический геологический разрез местонахождения железной руды (Душевский, Лысенко, 1975). 1 – сарматские известняки-пудинги; 2 – сарматские известняки с включениями оолитов; 3 – прослой зеленовато-серой глины; 4 – железная руда; 5 – нуммулитовые известняки.

заполняет карстовые формы в кровле нуммулитовых известняков. Явление распространено значительно шире, так как высыпки железистых оолитов встречаются на водоразделах рр. Бурульча и Зуя, а в долине последней у с. Литвиненково авторами выявлена разрушенная залежь в своде огромного грота, заложенного на контакте верхнемеловых мергелей и известняков эоцена. Этот контакт несет четкие признаки межпластового закарстования, местами с формированием крупнокавернозной зоны в нижней толще (рис. 3 внизу), а также выраженного ожелезнения (рис. 3 сверху).

Наличие железной руды в подошве (долина Зуи) и в кровле (долина Бурульчи) эоценовых известняков в непосредственной близости от пещерных кластеров с гипогенной морфологией позволяет предположить, что в формировании обеих рудных залежей принимали участие восходящие гипогенные растворы.

Описание горных пород, встречаемых в долинах рр. Зуя и Бурульча, позволяет составить сводную геологическую колонку (рис. 5). Ее анализ с учетом горных пород, залегающих в верховьях речных бассейнов, показывает, что доля отложений верхнеюрского возраста достигает 55% мощности разреза, мелового – 41%, палеогенового – 4%.

Тектоническое строение участка, согласно общим представлениям о складчато-блоковом строении полуострова (Муратов, 1960; Борисенко, 1982 и др.), характеризуется наличием нескольких структурных этажей, разделенных региональными несогласиями. Этажи соответствуют определенным этапам развития, каждый из которых характеризуется определенным набором формаций. Комплекс терригенно-карбонатных пород нижнего мела, залегающий на кровле титона, имеет целый ряд литолого-стратиграфических признаков, указывающих на аэральные и субаэральные

Система	Ярус	Колонка	Мощность, м	Литология
Неоген	Подъярус			
	Сармат N _{1s}		?	Глины, известняки, пески
Палеоген	Эоцен P ₂ bh-sm		40	Нуммулитовые известняки
	Клар-Кзк		10	Глины, мергели
Мел	Мааянская свита K _{1g2}		200	Конгломераты, пески, рифовые известняки, зоогенные известняки
	K _{1v2-g1}		55	Мергели, известняки
	K _{1v1}		60	Глины, песчаники, песчаные известняки
Юра	Титон J _{3tt}		500	Известняки, оолитовые известняки, глины, песчаники

Рис. 5. Сводная геологическая колонка отложений для междуречья Зуи и Бурульчи.

условия седиментогенеза, что позволяет отнести его к среднему этапу орогенного этапа развития. К нижнему этапу относится триас-среднеюрская флишевая формация геосинклинального этапа развития.

Отложения, залегающие в долине р. Бурульча выше предальпийского регионального перерыва, включая сарматские отложения, характеризуют посторогенную обстановку, в условиях которой происходило мелководное лагунное осадконакопление, предшествующее альпийским горообразовательным движениям. Поэтому отложения от верхнемеловых до сарматских правомерно объединить в верхний структурный этаж предальпийского этапа развития района.

По мнению В.П. Душевского и Н.И. Лысенко (1978) основную структурообразующую роль в долинах Зуи и Бурульчи играют субмеридиональные разрывные нарушения, разбивающие моноклинали на блоки. Выявленные этими авторами крутонаклонные сбросы рассекают отложения верхнего мела, палеогена и сармата, в результате чего известняки последних местами контактируют с мергелями первых. Амплитуда смещения достигает 30 м. В обрыве куэсты на водоразделе Зуи и Бурульчи по сбросу контактируют известняки сармата и отложения мазанской свиты. Возраст разрывных нарушений по оценкам авторов является послемезоценовым.

Согласно современной покровно-надвиговой модели (Юдин, 2001) и соответствующей ей схеме тектонического строения Крыма (Юдин, 2009) исследованный участок Внутренней гряды расположен над падающей к северу-северо-западу Предгорной сутурой, по которой во второй половине юры происходил активный поддвиг складчатого сооружения Горного Крыма под Скифскую плиту. Междуречье располагается на восточном продолжении Симферопольского меланжа, который здесь переходит в тектоно-гравитационный микстит нижнего мела и в рельефе соответствует Южной продольной депрессии.

Гидрогеологические условия в долинах рек Зуи и Бурульчи изучены относительно слабо. В структурно-гидрогеологическом отношении район исследований в пределах распространения меловых и палеогеновых водоносных горизонтов является южной краевой частью Причерноморской водоносной системы (по номенклатуре и терминологии В.М.Шестопалова и др., 2010), с юга граничащей с водоносной системой Горного Крыма. Водоносные системы Горного Крыма (преимущественно в юрской толще) и Причерноморского артезианского бассейна (в нижнемеловой-палеоген-неогеновой толще) тут тесно взаимодействуют в течение длительного времени. В отличие от западного сектора Предгорья, в изучаемом районе юрские массивы не отчленены по северному склону от нижнемеловой-палеоген-неогеновой толщи, а последняя составляет непосредственно контактирующий покров. От Горного к Равнинному Крыму подземные воды организованы в карстово-водоносные системы (КВС) подчиненных рангов, имеющие области питания на яйлах и их склонах, погружающуюся область транзита с местными участками восходящей промежуточной разгрузки и нисходящего питания, и область перелива

в смежные структуры Равнинного Крыма (рис. 6). В современных условиях высокой приподнятости и экспонированности юрских отложений Главной гряды, в области питания происходит концентрация подземного стока сформированными тут эпигенными карстовыми системами. В области транзита движение карстовых вод осуществляется по тектоническим трещинным зонам и горизонтам относительно высокой проницаемости, что в условиях погружающейся под слоистый покров моноклинали повсеместно происходит в напорных условиях (за исключением локальных мелких водоносных систем в обособленных возвышенных массивах). Участки промежуточной разгрузки характеризуются восходящими перетоками части подземных вод от более глубоких участков водоносной системы через вышележающие отложения к поверхности. В условиях частично раскрытой водонапорной системы водообмен между стратиграфически и литологически разнородными участками-коллекторами КВС и связанный с ним спелеогенез зависят от степени гетерогенности фильтрационных свойств разреза и его тектонической нарушенности, а также взаимоотношения этих характеристик с формирующимися эрозионными понижениями.

Материалы предыдущих гидрогеологических исследований (Гидрогеология СССР, 1970) свидетельствуют о формировании напорной циркуляции карстовых вод у южной границы изучаемого участка в выклинивающихся к предгорью титонских коллекторах при их погружении под перекрывающие слабопроницаемые конгломераты валанжина. «Пробой» конгломератовой покрывки и формирование перелива в залегающие выше водоносные известняки валанжин-готерива возможен только на тектонически ослабленных участках, в узлах разломных нарушений (рис. 6). Так два главных узла, связанных с пересечением тектонически обусловленными долинами рр. Зуя и Бурульча полосы субширотных нарушений, явились иницирующей причиной формирования кластеров гипогенных пещер Киик-Коба и Баксанская в известняках валанжин-готерива реликтовых, ныне реликтовых (Амеличев, 2011). Можно предположить, что здесь мы имеем пример начальной фазы заложения нижнемеловой куэсты.

С мазанской свитой связано появление гидрогеологических структур типа адбассейнов моноклиналичного склона, где пластовые подземные воды приобретают артезианский характер благодаря значительной мощности, погружению и наличию нескольких разделяющих слоев слабопроницаемых конгломератов в теле свиты, наличию подстилающих и перекрывающих слабопроницаемых толщ. Водоносный горизонт мазанской свиты, погружаясь, распространяется далеко в пределы Равнинного Крыма, а в долинах Зуи и Бурульчи находится только небольшой участок области современного инфильтрационного питания. Водоносными отложениями здесь выступают пески и гравелиты, суммарная мощность которых достигает более 100 м (Гидрогеология СССР, 1970).

В водоносном горизонте мазанской свиты положение пьезометрических уровней над поверхностью земли может достигать 48 м и возрастает в сторону

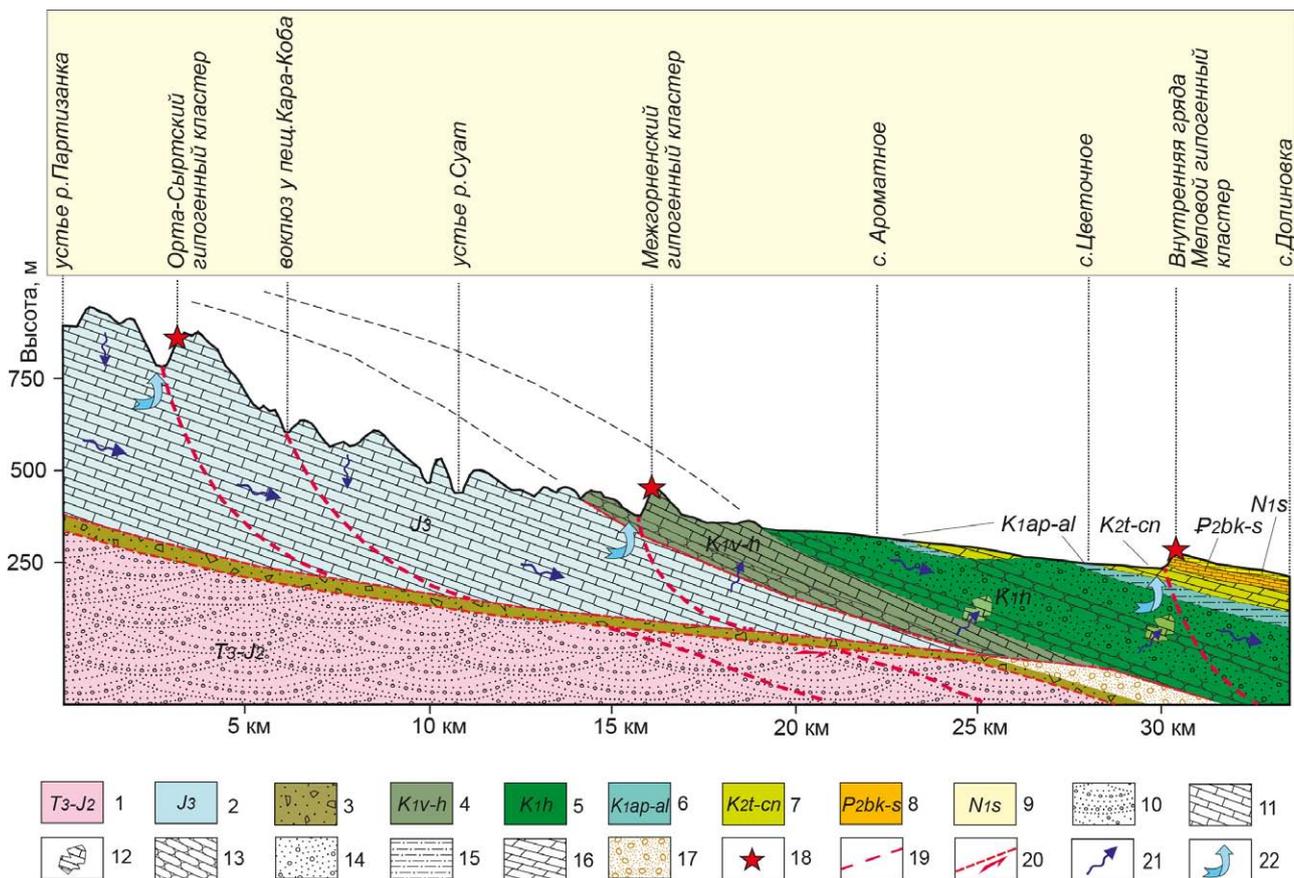


Рис. 6. Схематический гидрогеологический профиль через Горный и Предгорный Крым вдоль долины р. Бурульча (использованы элементы покровно-надвиговой тектонической модели по В.В. Юдину и литолого-стратиграфические комплексы по С.В. Пивоварову, с изменениями). Возраст пород: 1 – верхнетриасовый-среднеюрский нерасчлененный, 2 – верхнеюрский, 3 – нижнемеловой нерасчлененный, 4 – нижнемеловой (валанжин-готерив), 5 – нижнемеловой (мазанская свита), 6 – нижнемеловой (апт-альб), 7 – верхнемеловой (турон-коньяк), 8 – палеогеновый (бахчисарайский и симферопольский ярусы эоцена), 9 – неогеновый (сармат). Литология: 10 – флиш (песчаники, алевролиты, аргиллиты), 11 – известняки слоистые, 12 – рифовые тела, 13 – конгломераты, 14 – пески, песчаники, гравелиты, 15 – песчаники и глины, 16 – мергели; 17 – смесь пород в зоне Симферопольского меланжа, 18 – пещерные кластеры гипогенного карста, 19 – сбросо-надвиги, 20 – надвиго-сдвиги, 21 – направления движения подземных вод, 22 – очаги перетока напорных вод в вышележащие водоносные комплексы с яркими проявлениями гипогенного спелеогенеза.

Равнинного Крыма до 120-130 м. Кроме разломных зон, восходящий перелив из нижних горизонтов свиты в верхние возможен через банки рифовых известняков, вертикально секущих слабопроницаемые пакки конгломератов. Отметки пьезометрического уровня вод мазанской свиты также значительно превышают уровни вышележащих водоносных горизонтов в палеогеновых и даже в сарматских отложениях, ввиду чего возможен перелив в них, особенно в зонах сквозьформационных структур проницаемости. С последними, вероятно, были также связаны восходящие притоки глубинных вод с повышенным содержанием CO_2 и H_2S , которые смешивались с моноклиналильным потоком структурного склона, вызывая возобновление карбонатной агрессивности.

Реликтовыми проявлениями такого восходящего водообмена являются пещерные кластеры на правобережьях долин прорыва Зуи и Бурульчи у сел Литвиненково и Цветочное, что выражается их отчетливой гипогенной морфоскульптурой (рис. 1). Образование и экспонирование кластеров связывается с фокусировкой восходящего водообмена и частичным раскрытием напорной водоносной

системы в зоне пересечения субмеридиональных сбросов, контролирующих заложение консеквентных долин, с оперяющими субширотными нарушениями коллизионной Предгорной сутуры, прошедшими этапы позднекайнозойской активизации. Свидетельствами активной восходящей циркуляции гипогенных флюидов, охватывавшей даже отложения сармата, служат проявления железорудной минерализации, высокое содержание сероводорода в некоторых водопунктах участка и концентрированные истоки палеоводотоков, просматривающихся на структурном склоне Внутренней гряды у реликтовых гипогенных кластеров.

УСЛОВИЯ ЗАЛОЖЕНИЯ И МОРФОЛОГИЯ КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

Исследования карста в долинах рр. Зуя и Бурульча, входящих в состав Белогорского карстового района Предгорно-Крымской области (Вахрушев, 2009), до настоящего времени носят эпизодический характер. В литературе карстовые явления здесь описаны крайне отрывочно. Закарстование бассейнов Зуи и

Бурульчи связывалось первыми исследователями с условиями раскрытости гидрогеологической структуры и экспонированности растворимых пород, т.е. с условиями, близкими к современным.

В результате предварительных полевых исследований авторов в долине р. Бурульча выявлен комплекс карстопоявлений, характер расположения которых, геолого-структурные и гидрогеологические условия, морфология полостных форм, а также набор других атрибутивных признаков, позволяют идентифицировать их как имеющие гипогенный генезис. Обследование долины выявило пока четыре таких местоположения, три из которых находятся в горной части и одно, о котором пойдет речь ниже – в Предгорье.

Предгорный участок проявления гипогенного карста располагается в долине р. Бурульча между селами Цветочное и Долиновка. Здесь река прорезает Внутреннюю куэсту, которая выделяется белой грядой, на 40-50 м возвышающейся над руслом. От нее к северу вдоль правого борта реки протягивается вскрытая эрозией моноклинал, глауконитовые и нуммулитовые известняки которой содержат комплекс разнообразных по размерам и морфологии карстовых форм напорно-конвекционного облика.

В обнажениях широко представлены множественные пещеристые каналы, соединяющиеся между собой и образующие ажурные лабиринты, которые сгущаются и концентрируются у крупных трещин, пещер и контактов отдельных пачек. Такие мелкополостные формы имеют поперечники от 1 до 10 см и более. Протяженность их определить практически невозможно. Они пересекаются между собой в глубине породы, о чем свидетельствует проникающий солнечный свет из других отверстий. Каналы имеют гладкую поверхность, округлые или овальные поперечные профили. Они приурочены к определенным слоям или интервалам, часто под контактами различных пачек, иллюстрируя на обрыве их высокую перфорированность (рис. 7, а). В пределах отдельных слоев великолепно демонстрируются кавернозные зоны (рис. 7, б). Почти всегда они наблюдаются вблизи пещерных входов или оконтуривают гроты. В обрывах нуммулитовых известняков эоцена встречены фрагменты разрушенных склоновой денудацией пещер. Сохранившийся в них морфоскульптурный комплекс (вертикальные стенные каналы, фрагменты органических

труб, т.е. оставшиеся после денудационного среза половинки восходящих пещерных каналов (рис. 7, д), фидеры – питающие каналы в полу, потолочные купола и др.) свидетельствует о гипогенном происхождении таких полостей, связанном с восходящей циркуляцией карстовых вод.

Среди карстовых форм особую группу составляют пещеры. В 70-80-х гг. XX в. в предгорной части долины Бурульчи В.П. Душевым было закартировано и передано в Кадастр карстовых полостей Крыма 6 небольших пещер (рис. 8) суммарной протяженностью 129 м, глубиной 16 м, площадью 155 м², объемом 250 м³ (табл. 1).

Анализ заложения пещерных ходов выявил, что более 75% протяженности галерей приходится на румбы северо-западного направления (290-350°), сопутствующие падению слоев и направлению течения реки и около 15% - на азимуты 70-90°.

Цифрами в кружках даны порядковые номера пещер в 438 кадастровом прямоугольнике.

По характеру поперечного сечения пещерных ходов выделяются: округлые (рис. 7 г), заложенные в середине слоя нуммулитовых известняков; горизонтально-овальные (7 ж), заложенные вдоль трещин напластования и на контакте глауконитовых и нуммулитовых известняков с мергелями; вертикально-овальные (7 е) с питающим линейным рифтом в нижней части и напорно-конвекционным сводом; треугольные (7 в) с плоским полом на кровле мергелей и сходящейся трещиной в потолке.

Выявленные гипогенные формы имеют четкий литостратиграфический контроль и демонстрируют морфологию, которая вырабатывалась с участием конвективной циркуляции и коррозии смешивания при взаимодействии вод разных (порово-пластовых, межпластовых и поперечных трещинных) структур проницаемости.

Гипогенные карстопоявления в долине р. Зуя известны, по крайней мере, на двух участках – в горной части выше Балановского водохранилища у пещеры Киик-Коба (абсолютные отметки 500-550 м) и в предгорье между сс. Владимировка и Литвиненково (200-260 м). Последний участок в карстологическом отношении был практически не изучен. Полевыми исследованиями авторов в 2010 г. было установлено, что в восточном обрывистом борту

Таблица 1

Морфометрические характеристики пещер предгорной части долины р.Бурульча

Кадастровый номер	Название	Длина, м	Глубина, м	Площадь, м ²	Объем, м ³
438-1	Алима-2 (МЦ-1)	57	2	60	120
438-2	МЦ-4	18	3	20	20
438-3	МЦ-9	13	3	20	20
438-4	МЦ-10	15	5	35	60
438-5	МЦ-12	10	3	10	10
438-6	МЦ-13	16	3	10	20



Рис. 7. Морфология гипогенного карста в долине прорыва рекой Бурульча Внутренней гряды (фото УИСК). Пояснения в тексте.

р. Зуи, который протягивается почти на 2 км с северо-запада на юго-восток и имеет относительную высоту до 20 м, располагается комплекс поверхностных и подземных карстовых форм гипогенной этиологии (рис. 9, 1).

Поверхностные формы в обнажениях эоценовых известняков на обрыве представлены ячеистыми и губчатыми зонами - участками «тафоний» разных

размеров и форм на вскрытых поверхностях растворения каналов и камер (рис. 9, 2), участками кавернозной каймы вдоль секущих пласты трещин (рис. 9, 4) и окаймовками разновеликих каверн и каналов вокруг входных отверстий пещер и их вскрытых фрагментов. Мелкие формы имеют четкую лито-стратиграфическую приуроченность, концентрируясь в слоях с высокой проницаемостью

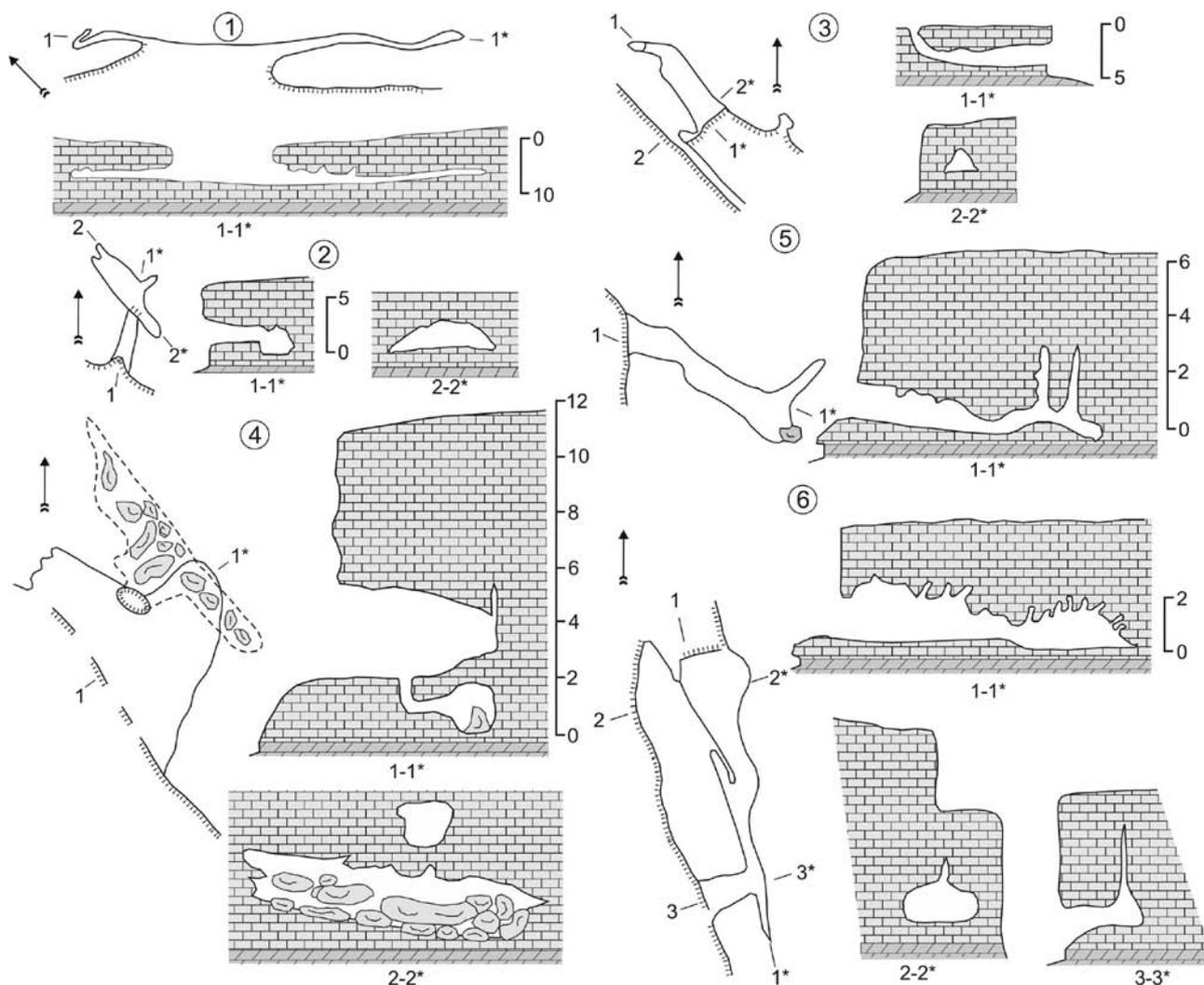


Рис. 8. Топографические планы и разрезы карстовых полостей на правобережье долины р. Бурульча в пределах Внутренней гряды (по В.П. Душевскому, с дополнениями авторов)

и растворимостью (рис. 9, 3). Более плотные и менее проницаемые слои известняков «пробиваются» единичными субвертикальными округлыми (рис. 9, 5) и трещинными каналами (рис. 9, 6), которые после раскрытия (блокового отседания) демонстрируют отчетливо выраженные морфоскульптуры напорно-конвекционного происхождения (рис. 9, 7).

Пещерные образования зуйского кластера заложены в толще эоценовых известняков, подстилаемых верхнемеловыми мергелями и перекрывааемых известняками сармата. По субмеридиональному сбросу нижняя часть пещероносной толщи контактирует с отложениями мазанской свиты соседнего блока (западнее русла Зуи). Большинство пещер находится в сильно разрушенном состоянии. Относительно хорошей сохранности и выразительностью привходовой сети лазов отличается небольшая пещера в устье правобережной балки-притока, получившая рабочее название Лабиринт (рис. 10, а). У этой полости имеется три доступных входа, расположенных на расстоянии 5-20 м друг от друга. Два из них заложены в устьевом 3-метровом уступе на высоте 1,5-2 м от его основания, один – в борту небольшой карстовой воронки диаметром около 3 м.

Сообщающиеся между собой горизонтальные хода имеют сглаженные, овальные поперечные сечения с высотой 0,5-0,7 м и шириной до 1 м. В их морфологии выделяются напорно-конвекционные скульптурные элементы – потолочные полусферические купола с редкими ячейками тафней, фрагменты конвекционных каналов и ниш в стенках и на потолке, а также участки высокой кавернозности.

Интересным объектом, содержащим геохимические признаки гипогенного спелеогенеза, является Коровий грот (рис. 10, б). Это относительно крупная полость, заложённая на контакте верхнемеловых мергелей и известняков эоцена. По морфологии в современном обрыве это скальный козырек, протянувшийся вдоль реки на 30-40 м и уходящий вглубь обрыва на 10 м. Высота от пола (в мергелях) до свода (подшва известняков) составляет более 3 м. Вся контактная зона, содержащая многочисленные карманы (микрокупола), вертикальные расширенные трещины и мелкие каналы, выполнена окислившимися железосодержащими соединениями желтого, охристого, темно-бурого и коричневого цветов. Можно предположить, что эта залежь сформирована на кровле турон-коньякских

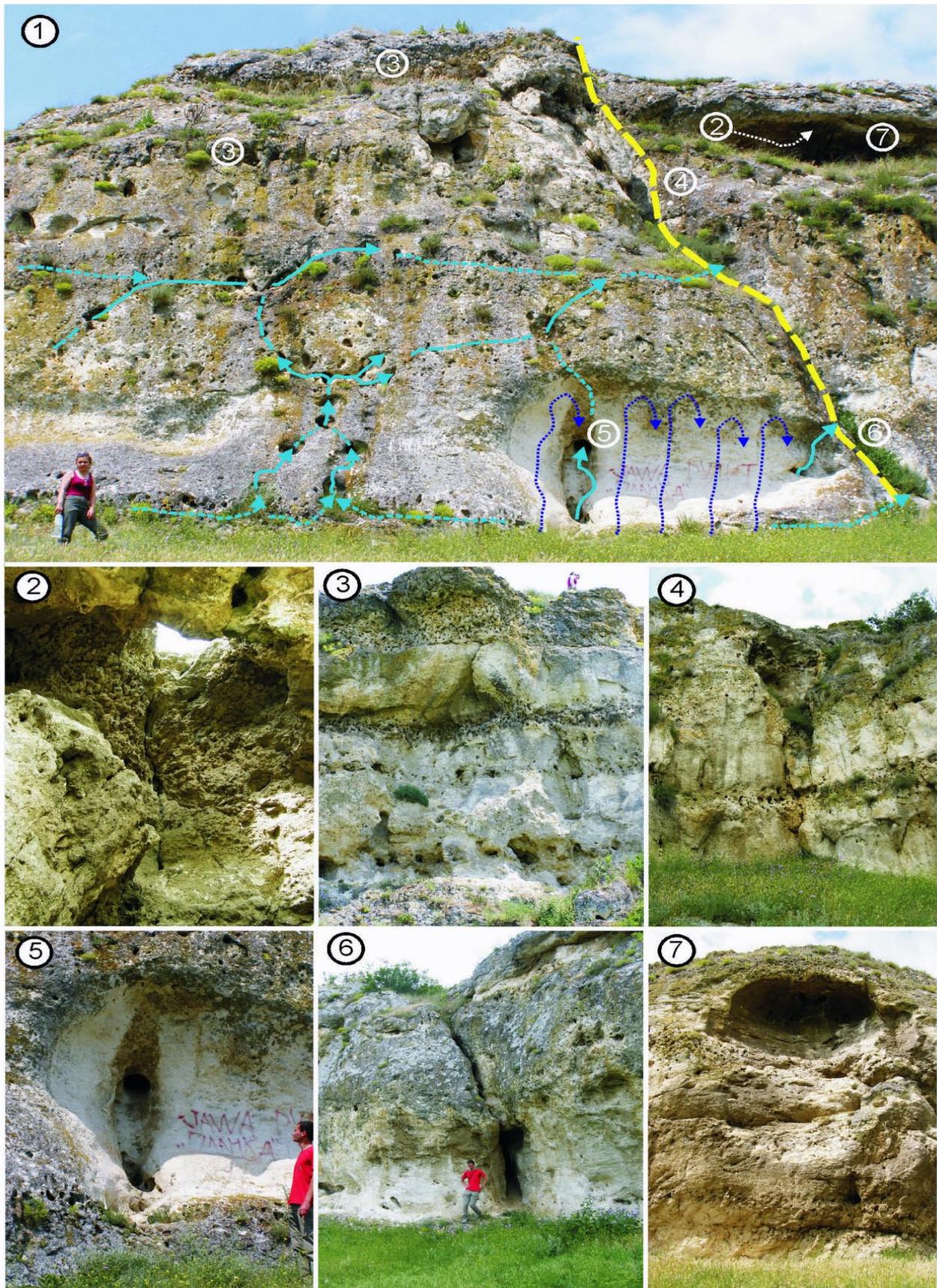


Рис. 9. Морфоскульптурный комплекс гипогенного карста в долине р. Зуя. 1 – обнажение, иллюстрирующее разнообразие и функциональные взаимоотношения (стрелками) гипогенных карстопроявлений; 2 – губчатые зоны; 3 – стратиформные кавернозные зоны; 4 – ореолы кавернозности вдоль вертикальных трещин; 5 – единичные восходящие каналы; 6 - сечения закарстованные трещины, проводившие восходящий поток; 7 – фрагменты (купола, ниши) вскрытых и полуразрушенных пещер в обнажениях.

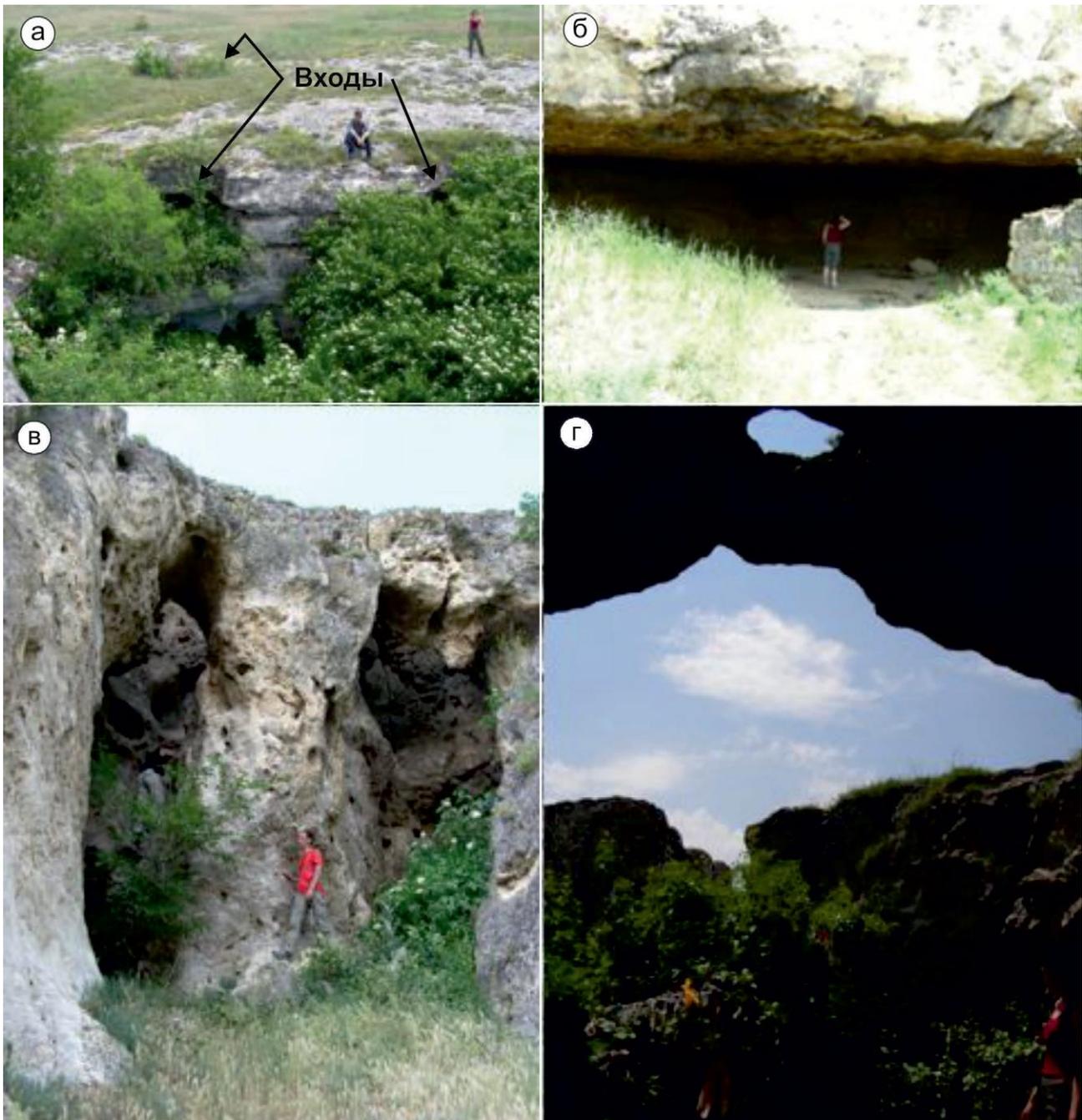


Рис. 10. Реликтовые формы гипогенного спелеогенеза в долине р. Зуя. а – пещера Лабиринт, б – Коровий грот, в – Два колодца, г – Кырк-Азис.

мергелей в восстановительных условиях среды восходящими гипогенными растворами, насыщенными сероводородом, содержащими коллоидные гели железа. Сброс железистых соединений, вероятно, происходил на геохимическом барьере, обусловленном смещением восходящего потока трещинных вод с латеральным потоком пластовых вод. В процессе и после раскрытия водонапорного комплекса, промывание кислородосодержащими водами привело к окислению сульфидов железа и формированию окисных и гидроокисных соединений (лимонит, гётит, сидерит и др.), которые наблюдаются в настоящее время.

Среди других полостных форм, демонстрирующих признаки гипогенного спелеогенеза, выделяются два расположенных рядом вертикальных канала (рис. 10, в), у которых западные стенки срезаны отседанием к реке блоков известняков. В открывшихся в береговом обрыве полостях, имеющих сейчас форму «колодцев» глубиной 7-8 м, представлен выразительный комплекс функционально взаимосвязанных морфоскульптур гипогенного карста. Днища обеих полостей расположены на мергельной кровле, прикрытой щебнисто-глыбовыми навалами. Однако по наличию в основании стенок конвективных стенных каналов уверенно определяется положение фидеров – питающего аппарата реликтовой системы. Кроме каналов, в

нижней части полостей, заложенной в слое более плотных известняков, выделяются многочисленные овалыни ниши - индикаторы конвективной циркуляции гипогенных флюидов. При переходе в верхний, более проницаемый пласт характер закарстования стенок колодцев резко меняется. Вместо ниш и каналов появляются ноздреватые структуры, поверхности, густо покрытые перфорациями, мелкими ячейками, ажурными губчатыми конструкциями. Такой характер растворения на этом участке объясняется коррозией смешивания при взаимодействии восходящего сквозьформационного флюидопотока с латеральным пластовым потоком (Климчук и др., 2009). Верхняя часть колодцев имеет характерные для гипогенных систем купольные замыкания с секущими трещинами в своде более плотных известняков. Потолочные сферические купола здесь вскрыты на поверхность, что соответствовало разгрузке водонапорной системы в вышележащую толщу, породы которой (сармат) в настоящее время срезаны денудацией. Поверхности куполов часто моделированы губчатыми и ячеистыми микроформами.

Фрагментом гипогенной полости, разрушенной склоновыми процессами, является широко известная в Крыму культовая пещера Кырк-Азис (рис. 10, г). В ней присутствует вскрытый на поверхность потолочный купол, привходовые зияющие каналы, сферический зал с вертикальной сомкнутой трещиной в своде и тупиковое замыкание.

Несколько в стороне от других пещер, в заросшем шибляковым лесом устье еще одной правобережной балки-притока, располагается погребенная под глыбовыми развалами пещера, доступные фрагменты которой содержат следы гипогенной морфоскульптуры, однако более детальное описание можно будет дать лишь после разбора завалов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В долинах рр. Зуя и Бурульча идентифицированы палеогидрогеологические обстановки напорного перелива между следующими коллекторами: а) из титонских валанжин-готеривские известняки через слабопроницаемые конгломераты валанжина по сбросо-надвику у с. Межгорье и пещеры Киик-Коба; б) из валанжин-готеривских известняков в пески и гравелиты мазанской свиты через слабопроницаемые конгломераты по трещиноватым рифовым телам; в) из мазанской свиты в эоценовые и сарматские известняки через слабопроницаемые песчано-глинистые и мергелистые отложения апт-альба и верхнего мела вдоль присутурного разрыва у сел Цветочное и Литвиненково.

В долинах прорыва Внутренней гряды реками Зуя и Бурульча выявлен комплекс реликтовых карстовых форм, в котором идентифицированы атрибутивные морфологические элементы гипогенных карстовых систем. К их числу относятся точечные и рифтовые фидеры (питающий аппарат), изолированные камеры, одиночные и сгруппированные стенные и потолочные каналы (формы, образованные при свободно-конвективной циркуляции), потолочные арки, камины, купола (аппарат разгрузки). Несмотря на значительную

переработанность этих форм процессами гравитации, выветривания и эпигенного карста, их гипогенная природа однозначно определяется по морфологии.

Ввиду меньшей денудационной раскрытости водоносных горизонтов восточного Предгорья по сравнению с юго-западным Предгорьем, гидравлическая связь Главной гряды и Равнинного Крыма сохраняется по некоторым из них до настоящего времени. В раскрытых денудацией частях доступны для непосредственного изучения карстовые индикаторы восходящих перетоков между различными горизонтами. Возраст рельефа района, вероятно, является более молодым, чем в юго-западном Предгорье. Для юго-западного Предгорья нами недавно установлено, что раскрытие палеоэоценовой толщи и формирование куэсты Внутренней гряды там происходило в конце среднего плейстоцена (Климчук и др., 2011б). Можно предположить, что закарстованные толщи исследуемого участка восточного Предгорья раскрывались эрозией несколько позже, по-видимому, в начале позднего плейстоцена, а интенсивность углубления долин в течение всего плейстоцена была существенно ниже, чем в юго-западном Предгорье. Отсутствие натечных отложений в пещерах долин Зуи и Бурульчи пока не позволяет осуществить более точную возрастную оценку событий.

ЛИТЕРАТУРА

- Амеличев Г.Н. Пещера Киик-Коба: геолого-геоморфологические условия и генезис // *Спелеология и карстология*, №6. – Симферополь. – 2011. – С.5-11.
- Борисенко Л.С. Геологическое строение Горного Крыма в связи с проблемой прогноза сейсмической активности региона. – Автореф. дисс. канд. геол.-мин. наук. - Киев, 1982. – 22 с.
- Вахрушев Б.А. Районирование карста Крымского полуострова // *Спелеология и карстология*, №3. – Симферополь. – 2009. – С.39-46.
- Геологическая карта Горного Крыма (масштаб 1:200000). / Под ред. Н.Е. Деренюк. – К., 1984.
- Гидрогеология СССР. Т.8. Крым. – М.: Недра, 1970. – 364 с.
- Душевский В.П. К формированию поверхностных форм карста Предгорного Крыма // *Проблемы географии Крыма*. - Симферополь, 1971. – С. 21-24.
- Душевский В.П., Лысенко Н.И. О железных рудах в палеоген-неогеновых отложениях Крымского Предгорья // *ДАН СССР*, отд. геол. – 1975. – С.301-303.
- Душевский В.П., Лысенко Н.И. Возраст разрывных нарушений Восточно-Крымского предгорья // *Бюлл. МОИП, отд. геол.* №1. - 1978. – С. 51-53.
- Душевский В.П., Подгородецкий П.Д. Микроклиматические особенности формирования пещер Предгорного Крыма // *Проблемы изучения, экологии и охраны пещер*. – Киев, 1987. – С.53-54.
- Душевский В.П., Клюкин А.А., Солдатов Ю.В. Условия и скорость роста денудационных полостей в обрывах куэсты Крыма // *Карст Средней Азии и горных стран*. – Ташкент, 1979. – С. 49-50.
- Климчук А.Б., Амеличев Г.Н., Тимохина Е.И. Карстопоявления юго-западной части Предгорного Крыма с позиций теории гипогенного спелеогенеза // *Спелеология и карстология*, №2. – Симферополь. - 2009. – С.35-53.

Климчук А.Б., Тимохина Е.И. Морфогенетический анализ пещеры Таврская (Внутренняя гряда Предгорного Крыма) // Спелеология и карстология, №6. – Симферополь. – 2011а. – С.36-52.

Климчук А.Б., Тимохина Е.И., Амеличев Г.Н., Дублянский Ю.В., Штаубвассер М. U/Th датирование спелеотем карстовых полостей юго-западной части Внутренней гряды Горного Крыма и определение возраста и динамики развития рельефа // Спелеология и карстология, № 7. – Симферополь. – 2011б. - С. 29-39.

Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. – М., Госгеолтехиздат, 1960. – 250 с.

Шестопалов В.М., Блінов П.В., Лютий Г.Г., Саніна І.В., Руденко Ю.Ф. Сучасні принципи гідрогеологічного районування // Збірник наукових праць УкрДГРІ.- № 3–4. - 2010. – С.147-157.

Юдин В.В. Геологическое строение Крыма на основе актуалистической геодинамики // Приложение к научно-практическому дискуссионно-аналитическому сборнику. – Симферополь, 2001. – 47 с.

Юдин В.В. Геологическая карта Горного и Предгорного Крыма. Масштаб 1:200000. – Симферополь, 2009.

Klimchouk A.B. Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective. - Carlsbad: National Cave and Karst Research Institute. - Special Paper № 1. – 2007 – 106 p.

Klimchouk, A. Morphogenesis of Hypogenic Caves // Geomorphology, №106. – 2009. – P. 100 - 117.