

**Г.Н. Амеличев, А.Ю. Дмитриева, Г.В. Самохин****Гипогенный карст Симферополя (Предгорный Крым) и его эволюция**

Амеличев Г.Н., Дмитриева А.Ю., Самохин Г.В. Гипогенный карст Симферополя (Предгорный Крым) и его эволюция // Спелеология и карстология - № 8. – Симферополь. – 2012. - С. 50-62.

**Резюме:** В пределах урбанизированных территорий Предгорного Крыма растет количество чрезвычайных ситуаций, обусловленных карстом. В то же время показатели интенсивности современного карстового процесса являются низкими, а природные условия малоблагоприятными для его развития. Это несоответствие разрешается на основе применения новых идей и концепций геологии, гидрогеологии и спелеогенеза, которые относительно недавно сформировались в отечественной карстологии. В столице Крыма Симферополе выявлены проявления реликтового гипогенного карста, которые являются мощными стимуляторами развития других негативных экзогеодинамических процессов. Осуществлена морфолого-генетическая и возрастная реинтерпретация карстопоявлений, описаны ранее не упоминавшиеся в литературе поверхностные и подземные формы. В статье освещены основные этапы эволюции карста в пределах города. Рост карстоопасности в Симферополе связан с техногенной деятельностью, приводящей к активизации реликтовых гипогенных карстопоявлений.

**Ключевые слова:** карст; геоморфология карста; гидрогеология карста; гипогенный спелеогенез; эволюция карста; Предгорный Крым; Симферополь.

Амелічев Г.М., Дмитрієва О.Ю., Самохін Г.В. Гіпогенний карст Сімферополя (Передгірний Крим) та його еволюція // Спелеологія і карстологія - № 8. - Сімферополь. - 2012. - С. 50-62.

**Резюме:** В межах урбанізованих територій Передгірного Криму зростає кількість надзвичайних ситуацій, зумовлених карстом. У той же час показники інтенсивності сучасного карстового процесу є низькими, а природні умови малосприйнятливими для його розвитку. Ця невідповідність розв'язується на основі застосування нових ідей і концепцій геології, гідрогеології та спелеогенезу, які відносно недавно сформулювалися у вітчизняній карстології. У столиці Криму Сімферополі виявлені прояви реликтового гіпогенного карсту, які є потужними стимуляторами розвитку інших негативних екзогеодинамічних процесів. Здійснено морфолого-генетична та вікова реінтерпретація карстопояв, описані раніше не згадувані в літературі поверхневі і підземні форми. У статті висвітлені основні етапи еволюції карсту в межах міста. Зростання карстонебезпеки у місті пов'язано з техногенною діяльністю, що приводить до активізації реликтових гіпогенних карстопояв.

**Ключові слова:** карст; геоморфологія карсту; гідрогеологія карсту; гіпогенний спелеогенез; еволюція карсту; Передгірний Крим; Сімферополь.

Amelichev G.N., Dmitrieva A.Y., Samokhin G.V. Hypogene karst of Simferopol (Crimean fore-mountains) and its evolution // Speleology and Karstology - № 8. – Simferopol. – 2012. - P. 50-62.

**Abstract:** In the limits of the urbanized territories of the fore-mountain Crimea, the amount of emergency situation caused by karst grows rapidly. At the same time indexes of intensity of modern karst processes are low, and environmental conditions are barely favourable for karst development. This disparity is settled on the basis of application of new ideas and concepts of geology, hydrogeology and speleogenesis, which have been integrated in domestic karstology relatively recently. In Simferopol, the capital of Crimea, features of relict hypogene karst are revealed, induce the development of other negative exogeodynamic processes. The morphogenetic and age-dependent re-interpretation of karst features is performed. Superficial and underground forms are described. The article highlights main stages of karst evolution in the city. The growth of karst hazards in Simferopol is related to antropogenic activity, resulting in activation of relict hypogene karst features.

**Keywords:** karst; karst geomorphology; karst hydrogeology; hypogene speleogenesis; evolution of karst; fore-mountain Crimea; Simferopol.

© Г.Н. Амеличев<sup>1\*</sup>, А.Ю. Дмитриева<sup>2</sup>, Г.В. Самохин<sup>3</sup>

<sup>1</sup>НИЦ «Украинский Институт спелеологии и карстологии» МОНМС и НАН Украины при ТНУ им. В.И.Вернадского, Симферополь, Украина

<sup>2</sup>Институт географии НАН Украины

<sup>3</sup>Географический факультет ТНУ им. В.И.Вернадского

\*Корреспондующий автор: E-mail: amelichev@speleoukraine.net

## ВВЕДЕНИЕ

Чрезвычайные ситуации, связанные с карстом, являются частым и, к сожалению, нарастающим явлением, приносящее миллионные убытки народному хозяйству. Карстовые аварии обусловлены как естественными, так и антропогенными причинами, которые во многих случаях поддаются прогнозу и могли бы быть предотвращены. В последние годы особенно в городских агломерациях наблюдается тенденция активизации карстового процесса. Не является исключением и г. Симферополь. Главная причина роста карстоопасности в столице Крыма – техногенная деятельность, связанная с промышленным, жилищным, дорожным и гидротехническим строительством, прокладкой и эксплуатацией подземных сооружений, систем ЛЭП. Осуществление таких видов деятельности без учета особенностей карста может привести к возникновению аварий, повреждению или выводу из эксплуатации как самих объектов воздействия, так и хозяйственных систем, находящихся в сфере их влияния. Карст провоцирует развитие естественных парагенетических процессов, связанных с гравитацией (оползни, провалы, обвалы), эрозией и суффозией (просадки). В итоге это ведет к нарушению экологической ситуации, формирует напряженное состояние в регионе и на объектах хозяйствования.

Для изучения карстоопасных урбанизированных территорий необходимо получение и анализ информации по геодинамике, геологическому строению, гидрологической и гидрогеологической ситуации, особенностям карстогенеза, формам карстопроявлений, истории развития карста. В последние годы особую актуальность рассматриваемая проблема приобретает в связи с развитием новых концепций покровно-надвигового строения Крыма (Юдин, 2011) и гипогенного карстообразования (Klimchouk, 2007, 2012), а также в связи с интенсивной разработкой региональной модели гипогенного карста Предгорного Крыма (Климчук и др., 2009, 2011; Климчук, Тимохина, 2011; Тимохина, Климчук, Амеличев, 2011; Klimchouk et al., 2012). Поэтому целью настоящего сообщения является анализ имеющейся карстолого-спелеологической информации с точки зрения новых геолого-геоморфологических теорий, выявление генезиса и эволюции развития карста в г. Симферополь.

В качестве фактического материала использованы опубликованные данные исследований А.А. Щепинского (1957), В.Н. Дублянского и А.А. Ломаева (1980), Г.Н. и В.Н. Дублянских (1996, 1998), Н.И. Лысенко и И.А. Башкина (2002) Т.Ф. Кальфы (2007) и др. Кроме того, впервые привлечены неопубликованные фондовые материалы В.П. Душевского и Ю.И. Шутова, а также результаты авторских полевых исследований.

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕРРИТОРИИ

Город Симферополь располагается в центральной части Крымского полуострова, занимая географическое положение на стыке Горного и Равнинного Крыма. Большая часть столицы Крыма находится между Внутренней и Внешней грядами Предгорья в пределах Северной продольной депрессии, которую дренирует

р. Салгир и ее притоки рр. Славянка и Малый Салгир. Незначительные участки (микрорайоны Марьино, Кирпичное, Симферопольское водохранилище) лежат в Южной продольной депрессии. Абсолютные отметки рельефа в черте города колеблются от 220 до 320 м. Площадь столицы 65 км<sup>2</sup>.

Климат Симферополя формируется под воздействием континентального и морского влияния. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2°С, количество осадков – 501 мм/год, величина испарения – 440 мм/год (Ведь, 2000). До хозяйственного освоения здесь преобладали лесостепные ландшафты с дерновыми карбонатными почвами под разнотравно-типчаковыми степями и куртинами дубовых лесов шиблякового типа.

Геологическая трактовка территории долгое время основывалась на разработках М.В. Муратова (1960) и его последователей. Новые представления о структурно-геологическом строении Симферополя и его окрестностей, базирующиеся на идеях мобилизма, изложены в работах В.В. Юдина (2009, 2011). Согласно им, город находится в зоне коллизионного шва, возникшего в результате субдукции коры океана Мезотетис и последующего столкновения палеотеррейна Горного Крыма с консолидированной Скифийской частью Евразии. Шов, получивший название Предгорной сутуры, формировался в течение 80 млн. лет от ранней-средней юры до конца раннего мела, после чего был перекрыт толщей верхнемеловых и кайнозойских отложений. В неоген-четвертичное время шовная зона проходила этапы геодинамической активизации с формированием оперяющихся срывов по нижнемеловой толще Подкуэстового надвига. Они-то и явились структурной основой геоморфологического уступа Внутренней гряды. Другие исследователи (Душевский, Лысенко, 1978) к этому же времени относят образование субмеридиональных сбросов, вдоль которых заложены долины основных консеквентных рек, включая Салгир.

Основными элементами тектонической основы города являются Предгорная сутура, Присутурный и Симферопольский меланжи и мощный (2-2,5 км) фрагмент аккреционного клина, состоящий из складчато-надвигового комплекса триас-нижнеюрских (аргиллиты, алевролиты, песчаники) и средне-верхнеюрских (битакские конгломераты, песчаники) пород. Вместе с залегающими глубже палеозойскими отложениями они образуют нижний структурный этаж и Симферопольскую антиклиналь. Складку подстилает мощный Симферопольский меланж, а еще глубже – поднадвиговые структуры, предположительно представленные параавтохтонным комплексом триаса-палеозоя (рис. 1, разрез).

Верхний структурный этаж мощностью 200-800 м, состоящий из относительно слабодислоцированных нижнемеловых, палеогеновых и неогеновых преимущественно карбонатных отложений, образует куэстовую моноклираль Внутренней гряды. Нижнемеловой комплекс представлен маломощными известняками баррема и глинами апт-альба, залегающими в основании куэсты и выходящими на поверхность на юге города (Кирпичное). Внутренняя



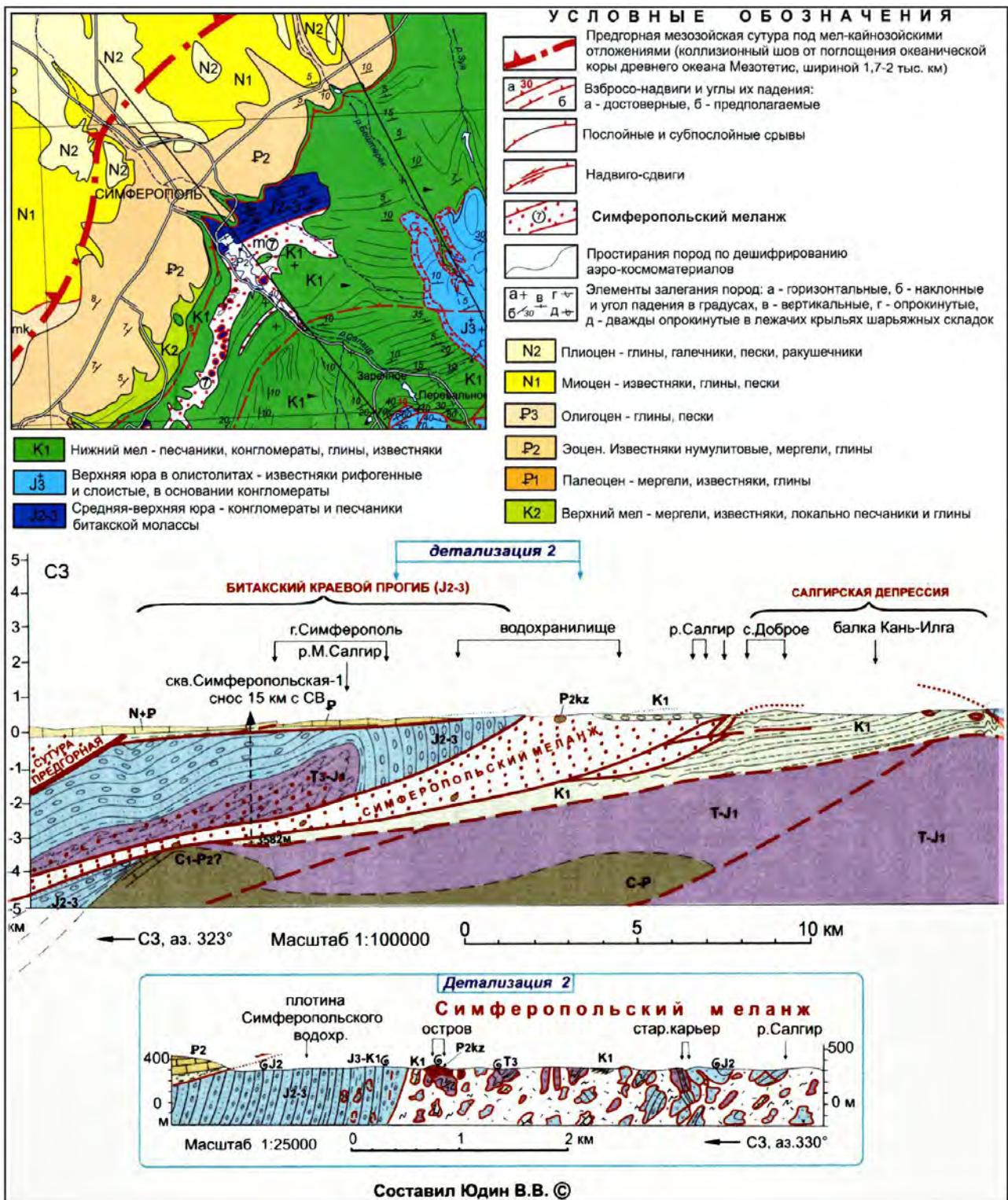


Рис. 1. Структурно-геологическое строение Симферополя (Юдин, 2011).

гряда сложена хорошо карстующимися нуммулитовыми известняками эоцена с локально подстилающими их через стратиграфическое несогласие сеноманскими мергелями, которые под углом около 5° падают на северо-запад. Северная продольная депрессия выполнена мергелями и известняками бодракского и альминского ярусов. Внешняя гряда, замыкающая с севера Симферополь, состоит из слабо карстующихся

миоценовых известняков с прослоями глин, мергелей и песков, перекрытых суглинками, галечниками и песками плиоцена. Пойму и террасовые уровни р. Салгир и ее притоков слагают рыхлые аллювиальные отложения четвертичного возраста.

Гидрогеологическое строение столицы Крыма выглядит относительно просто (Дублянская, Дублянский, 1998). Наиболее выдержанные



водоносные горизонты приурочены к отложениям баррема, среднего эоцена и четвертичного периода. Водоносный горизонт в известняках баррема имеет мощность 5-15 м. В области питания коллектора уровни воды устанавливаются на глубине 2-30 м. Среднеэоценовый водоносный горизонт приурочен к выветрелой зоне мергелей и нуммулитовым известнякам. Глубина залегания подземных вод в мергелях 1-15 м, коэффициент фильтрации 6-12 м/сут. Воды пресные, гидрокарбонатные натриевые с минерализацией 500-1080 мг/л. Основным является водоносный горизонт в нуммулитовых известняках. На Внутренней гряде глубина залегания карстовых вод в нем достигает 10-15 м. При погружении под толщу мергелей горизонт приобретает напор. Коэффициенты фильтрации известняков варьируют в очень широких пределах – от 0,002 до 5,8 м/сут. Наиболее обводнены приразрывные зоны и места пересечения с долинами рек и балок. В аллювиальном водоносном горизонте водовмещающими являются галечники, пески и суглинки мощностью 5-15 м. Коэффициенты фильтрации составляют 15,2-663,0 м/сут, удельные дебиты – до 23 л/с. Воды пресные, хлоридно-гидрокарбонатные натриево-кальциевые, с минерализацией до 1000 мг/л. В элювиально-делювиальных и аллювиально-пролювиальных отложениях грунтовые воды не образуют выдержанных горизонтов. Максимальная их водообильность отмечена в конусах выноса балок.

Для большинства водоносных горизонтов в городе отмечается неблагоприятное экологическое состояние вод (Кальфа, 2007).

В пределах города известно довольно много карстовых источников, приуроченных, главным образом к долинам рр. Салгир, Малый Салгир, Белая (Абдалка) и Петровской балке (рис. 2). Они связаны в основном с приразрывными зонами в среднеэоценовых известняках и выходами на поверхность слабопроницаемых глин и мергелей верхнего эоцена, по которым осуществляется частичная безнапорная разгрузка подземных вод. Источники, как правило, малобитные, но функционируют круглогодично. Преимущественный химический состав вод – гидрокарбонатный кальциевый.

Таким образом, в настоящее время фиксируется свободное нисходящее движение подземных вод от области питания на Внутренней гряде к северу, где при погружении формируются напорные условия. Однако такая обстановка наблюдалась не всегда. Как будет показано ниже, она сложилась лишь во второй половине плейстоцена.

#### ХАРАКТЕРИСТИКА СОВРЕМЕННОГО КАРСТА

Согласно схеме районирования карста Крыма (Вахрушев, 2009), территория г. Симферополя относится к Симферопольскому карстовому району Предгорно-



Рис. 2. Карстовые источники Симферополя.

Крымской карстовой области. В пределах города выделено четыре карстовых участка, соответствующие основным формам рельефа: Внутренней гряде, Внешней гряде, продольной впадине между ними и поперечной долине р. Салгир.

По данным Г.Н. Дублянской (1998) 94% территории г. Симферополя подвержено закарстованию (рис. 3). Карбонатный карст в нуммулитовых известняках развит на 46% площади города. Кроме того, представлены карбонатно-терригенный карст в прослоях известняков среди мергелей и глин (42%) и терригенно-карбонатный карст в отложениях, составляющих толщу переслаивания известняков с песками, глинами, глинистыми мергелями. По характеру перекрывающих отложений выделяется открытый (41,6% площади), покрытый (21,4%) и перекрыто-покрытый (37,0%) типы карста.

Открытый карст развит главным образом на склонах Внутренней и Внешней гряд, покрытый – в пределах склонов и расчленяющих их долин и балок (на карстующихся породах лежат аллювиальные, элювиально-делювиальные и делювиально-

пролювиальные отложения). Перекрыто-покрытый карст распространен в продольной впадине между грядами. Прослой известняков здесь залегают главным образом под толщей мергелей, мощность которых возрастает к северу от 2 до 200 м. Кроме того, на юго-востоке участок развития перекрыто-покрытого карста выделяется в зоне погружения барремских известняков под апт-альбские глины. Большую часть площади развития перекрыто-покрытого карста занимают элювиально-делювиальные (29,2%), меньшую – аллювиальные отложения (6,3%) коллювиально-делювиальные (1,5%).

Большое влияние на современную активизацию карста в Симферополе оказывает подтопление – комплекс гидрогеологических процессов и явлений, характерный для хозяйственно-освоенных территорий, приводящий к устойчивому повышению уровня грунтовых вод или влажности пород зоны аэрации до значений, затрудняющих или исключающих нормальную эксплуатацию хозяйственных объектов (Водообмен..., 1991). Подтоплению способствуют бессистемность и высокая плотность застройки, значительные площади

с асфальтно-бетонным покрытием, не имеющие дренажных систем. Особо необходимо отметить влияние водонесущих коммуникаций. Общая протяженность водопроводных сетей города Симферополя на 2001 г. составляет 750,9 км, канализационных сетей – 377,3 км, из них 30% эксплуатируется с 90-процентным износом, что приводит к частым аварийным ситуациям (Устойчивый Крым, 2003). Только зарегистрированное среднегодовое количество порывов составляет 2,5 шт.км/год. По данным Крымводхоза потери очищенной воды превышают 30% от общего количества воды, поступающей в город. Утечки стимулируют появление просадок, деформацию фундаментов зданий. Оценка подтопления закарстованных территорий в пределах Симферополя осуществлена Г.Н. Дублянской (1998). Ее результаты приведены в таблице 1. Наиболее подтопленными, а, следовательно, карстоопасными являются долина р. Салгир и участки Северной продольной депрессии.

Карстопоявлений на территории города сравнительно немного. В основном они приурочены к обнаженным поверхностям вершинной части Внутренней гряды. Из поверхностных форм встречаются единичные просадки, поноры, рвы, а также ниши, гроты и навесы, заложенные в основном на пересечениях субвертикальными трещинами межпластовых контактов и отдельных слоев. Здесь же на поверхности нуммулитовых

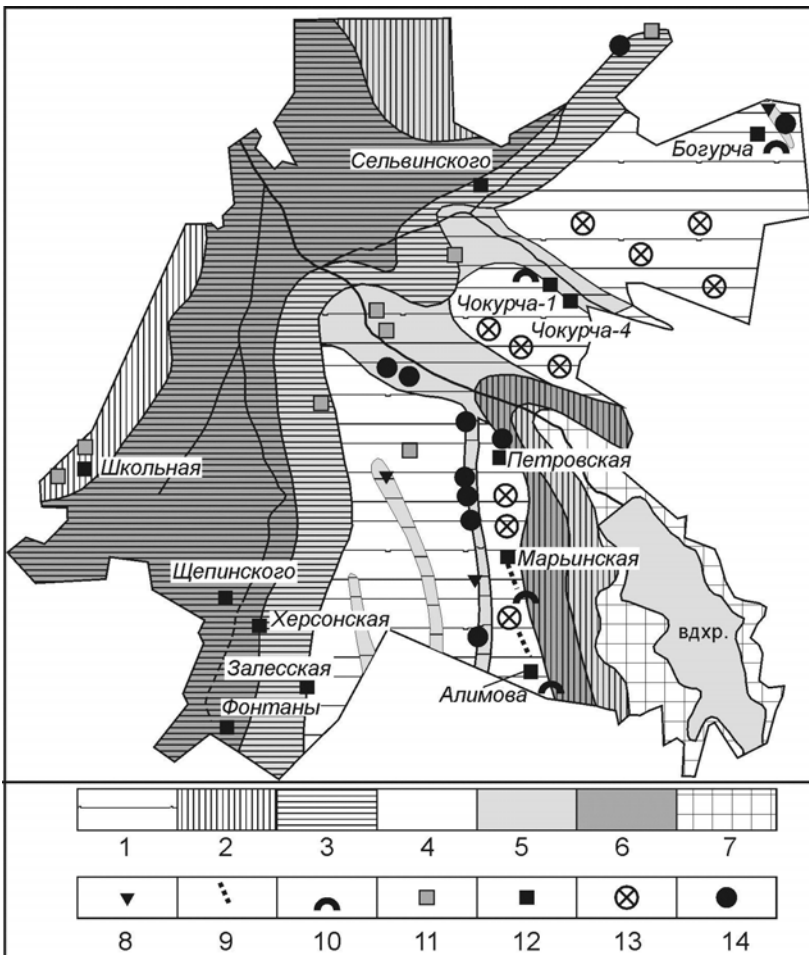


Рис. 3. Схема типов карста на территории Симферополя (Дублянская, Дублянский, 1998, с изменениями). Литологические типы карста: 1 – карбонатный (известняковый), 2 – терригенно-карбонатный, 3 – карбонатно-терригенный. Типы карста по характеру перекрывающих отложений: 4 – открытый, 5 – покрытый, 6 – перекрыто-покрытый, 7 – некарстующиеся породы. Карстопоявления: 8 – поноры, 9 – рвы, 10 – ниши, гроты, навесы, 11 – просадки, 12 – карстовые полости, 13 – зоны кавернозности и дезинтеграции, 14 – источники.



**Таблица 1**

Распределение типов подтопляемости в г. Симферополь (% от площади карстующихся пород; Дублянская, Дублянский, 1998)

Карстовые участки	Типы территории по подтопляемости			
	подтопленная	периодически подтопляемая	потенциально подтопляемая	потенциально неподтопляемая
Внутренняя гряда	1,5	7,5	8,0	83,0
Продольная депрессия	12,0	-	72,0	16,0
Внешняя гряда	-	7,0	40,5	52,5
Долина р. Салгир	51,0	4,0	31,0	14,0

известняков местами сформированы зоны дезинтеграции пород мощностью до 2 м, состоящие из выветрелых, сильно корродированных плиток и остроугольных обломков известняка (Дублянский, Дублянская 1996). Многочисленные карры, зоны кавернозности и выходы каналových структур разной сложности наблюдаются на аструктурном склоне куэсты. Подземные формы представлены многочисленными закарстованными трещинами, реликтовыми карстовыми полостями и небольшими эпигенными пещерами. Наиболее крупные подземные формы, расположенные в черте города – Алимova пещера (Внутренняя гряда) и пещера Школьная (Внешняя гряда). Всего же по данным Кадастра Симферополя насчитывается 12 пещер (рис. 4). Шесть из них имеют естественные входы, шесть – были вскрыты при проведении планировочных работ. Морфометрические характеристики приведены в таблице 2.

### ГЕНЕЗИС КАРСТОВЫХ ПОЛОСТЕЙ

Интерпретация генезиса пещер Симферополя в настоящее время требует пересмотра в связи с успешно развивающейся в Крыму концепцией гипогенного карста/спелеогенеза (Климчук и др., 2009, 2011; Климчук, Тимохина, 2011; Тимохина, Климчук,

Амеличев, 2011; Klimchouk et al., 2012). До этого большинство карстологических моделей объясняли наличие карста и пещер в Предгорном Крыму с позиций открытых гидрогеологических условий и основывались на представлениях о формировании каналových систем в зонах аэрации и полного насыщения за счет поверхностного питания с вышележащих или смежных площадей. Новая модель связывает развитие пещер в предгорье с закрытыми условиями карстообразования, режимами восходящей разгрузки региональных и промежуточных систем подземного стока и поперечным водообменом между горизонтами в слоистых напорных водоносных комплексах, которые с разной степенью активности функционировали с миоцена до середины четвертичного периода.

В ходе геолого-геоморфологической эволюции Предгорья стадия закрытого карстообразования поэтапно сменялась стадиями полуоткрытого и открытого карстообразования. Каналово-полостные структуры гипогенного карста постепенно становились реликтовыми и экспонировались на поверхность, но на отдельных участках они могли наследоваться и перерабатываться эпигенным спелеогенезом и группой других геоморфологических процессов. Именно такая эволюционная схема развития карста диктуется в настоящее время целым комплексом структурных, гидрогеологических и морфологических признаков,

**Таблица 2**

Морфометрические характеристики карстовых полостей Симферополя (Климчук и др., 2008)

Кадастровый номер	Название	Протяженность, м	Амплитуда, м	Объем, м <sup>3</sup>
347-1	Сельвинского	27	15	60
349-1	Богурча	18	6	10
349-2	Чокурча-1	45	7	110
354-1	Чокурча-4	16	2	10
356-1	Щепинского	17	7	10
356-2	Фонтаны	7	5	20
356-3	Залесская	27	16	190
356-4	Херсонская	17	11	20
357-1	Петровская	10	3	10
363-1	Марьинская	30	11	30
368-1	Алимova	125	6	670
351-1	Школьная	17	7	40

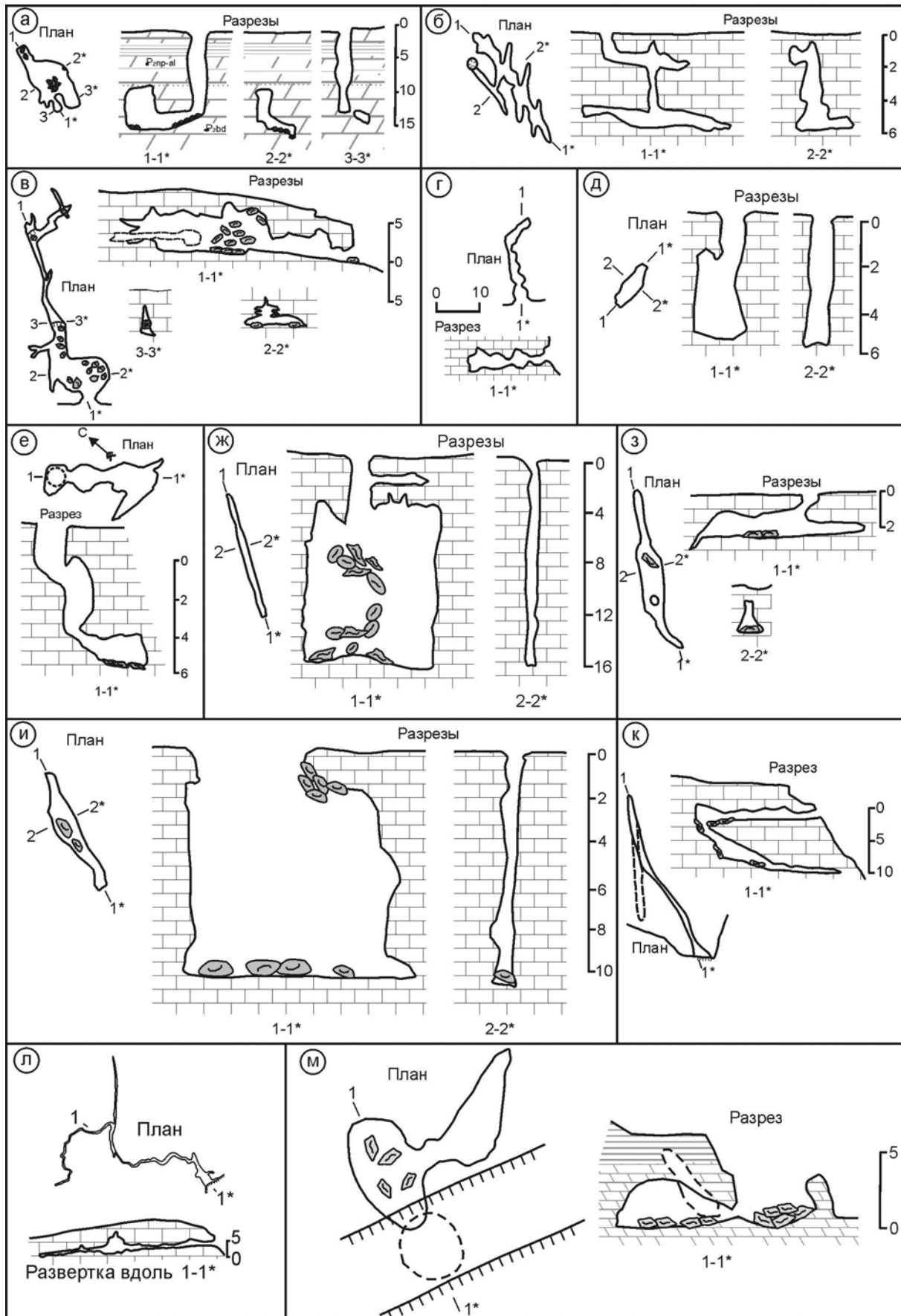


Рис. 4. Планы и разрезы карстовых полостей Симферополя. Карстовые полости: а – Сельвинского, б – Богурча, в – Чокурча-1, г – Чокурча-4, д – Фонтаны, е – Щепинского, ж – Залеская, з – Петровская, и – Херсонская, к – Марьянская, л – Алимова, м - Школьная.



выявленных авторами в окрестностях Симферополя.

Основываясь на приведенных теоретических положениях, рассмотрим генетические и другие аспекты карстопоявлений, в соответствии с их локализацией в пределах карстовых участков города.

#### Внутренняя гряда

*Внутренняя гряда* представляет собой участок с максимальной концентрацией поверхностных и подземных форм. Вскрытые обрывами куэсты пещеры обладают здесь самыми крупными размерами. Они, как правило, заложены по тектоническим трещинам

с простиранием 310-350° в чистых нуммулитовых известняках (Дублянская, 1994).

Алимова пещера считается одной из самых больших в черте города. Согласно Кадастру пещер Крыма ее протяженность составляет 125 м, амплитуда 6 м, объем 670 м<sup>3</sup> (Климчук и др., 2008). Она находится на обрывистом склоне Внутренней гряды в микрорайоне Марьино у южной окраины Симферополя (рис. 5, а, б). Исследования, проведенные в последние годы (Климчук и др., 2009), показали, что в отличие от предшествующих представлений (Душевский, 1975; Дублянский, Ломаев, 1980; Лысенко, Башкин, 2002) эта полость по своей литостратиграфической

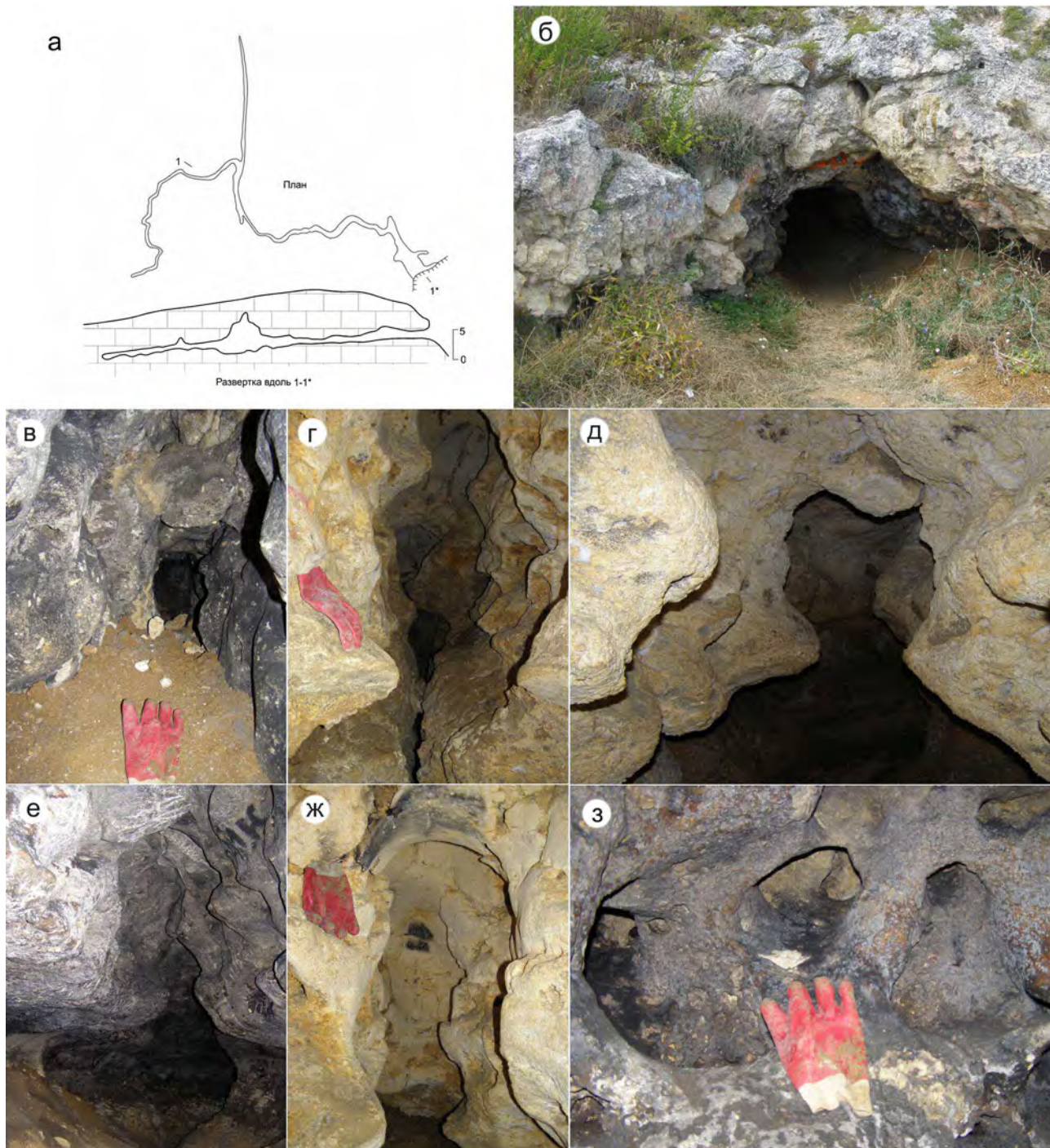


Рис. 5. Морфология Алимовой пещеры (пояснения в тексте).



приуроченности, структуре и морфологии уверенно классифицируется как реликтовая форма гипогенного генезиса, связанная с восходящим перетоком по спелеоиницирующим трещинам в известняках от нижних горизонтов к верхним. Она заложена в нижней части пачки проницаемых известняков симферопольского яруса, подстилаемых мергелями бахчисарайского яруса. В прошлом известняки перекрывались мергелями и глинами верхнего зоцена, залегающими ныне севернее в межрядовой впадине. Таким образом, тут существовали напорные артезианские условия водообмена.

В пещере имеется полный набор атрибутивных для пещер гипогенного генезиса морфоскульптурных элементов, функционально взаимосвязанных друг с другом. Питающий аппарат (т.е. формы, передававшие восходящий из подстилающих пород сток) представлен субвертикальными точечными и линейными трещинными каналами – фидерами, расположенными в полу пещерных галерей (рис. 5, в, г). От них по стенам к своду поднимаются восходящие каналы (рис. 5, е, ж). Стены вдоль трещинных фидеров изобилуют нишами и ячейками растворения. На отдельных участках пещерная галерея представляет собой цепочку насаженных на рифтовую трещину и соединенных

между собой сферических залов диаметром 2-3 м. В плане и поперечном разрезе такие участки имеют чечевицеобразную форму. Своды пещеры представляют собой чередующиеся участки замкнутых сферических куполов, напорных потолочных желобов и арок (рис. 5, д, е), а также закарстованных вертикальных трещин, как полых, так и забитых глыбами и щебнем. В отдельных участках свода имеются каналы разгрузки напорных вод через ограничивающий пещеру сверху пласт.

Пещеры Марьинская и Петровская располагаются соответственно в 0,5 и 2,5 км к северу от Алимовой, в обрывах куэсты, обращенных к Салгиру. Они имеют более простую морфологию. Здесь также имеются гипогенные формы, однако худшей сохранности. В привходовой части Марьинской пещеры наблюдаются небольшие потолочные купола с каналами разгрузки, стенные ниши по плоскостям напластования известняков, закольцованные трещинные фидеры. Обе пещеры являются фрагментами более крупных спелеосистем, разрушенных в ходе отступления Внутренней гряды. Об этом свидетельствует богатый морфоскульптурный комплекс гипогенных форм, экспонированных поблизости от входов пещер в обрывах куэсты и представляющих собой остатки

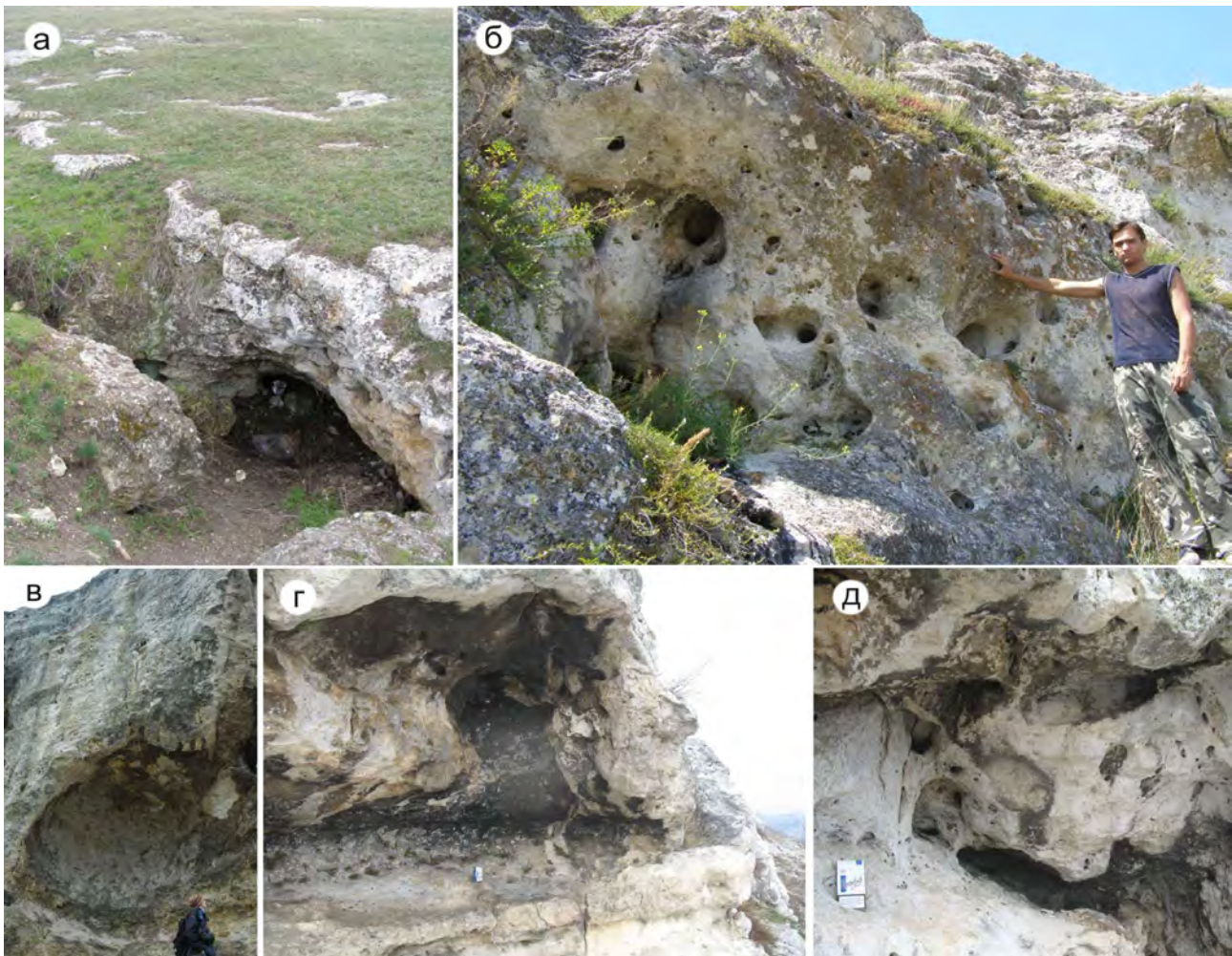


Рис. 6. Гипогенные морфоскульптуры в обрывах Внутренней гряды у Симферополя: а – вход в Марьинскую пещеру, б – зона кавернозности, в – вскрытый обрывом пещерный купол, г – стенная ниша, часть купола и соединяющий их конвекционный канал, д - лабиринты крупных каверн и каналов.





Рис. 7. Морфология привходовой части пещеры Школьная (пояснения в тексте).

пещерных стен, куполов, каналов, ниш (рис. 6).

#### Внешняя гряда

*Внешняя гряда* подвержена закарстованию в меньшей степени в связи с распространением здесь слабо карстующихся песчанистых и детритусовых известняков в слоях мергелей, глин и песков сарматского яруса. На участке известна единственная пещера в районе ул. Маршала Жукова и несколько периодически активизирующихся поблизости просядков, обследованных авторами в 2006 г.

Пещера Школьная находится на аструктурном склоне Внешней гряды у школы №10. Ее вход был вскрыт провальной воронкой после нарезки склоновых террас (рис. 7, а). Пещера заложена на контакте мергелей и карбонатных глин альминского яруса. Она состоит из двух залов соединенных трещинным ходом. Вход начинается узким (0,4 м) лазом в провальных отложениях воронки (рис. 7, б), на месте которой в прошлом существовал еще один зал пещеры. Пол зала относительно ровный, покрытый щебнем и отдельными глыбами мергеля, упавшими со свода. Зал имеет овальную (6×4 м) форму в плане, высоту до 3 м. Стены покрыты серым цементирующим налетом, который легко поддается механическому разрушению. Под ним мергель сильно выветрен. Свод полости сферический со сколами обвалившихся глыб. С востока имеется восходящий ход в соседний зал, заложенный вдоль трещины, уходящей в потолок. Сферообразные ниши и расширения зала сильно моделированы процессами выветривания, но в целом сохранились как свидетельства гипогенного генезиса полости.

#### Северная продольная депрессия

*Северная продольная депрессия* вследствие максимального антропогенного преобразования сохранила лишь подземные формы карста. Периодически здесь возникают небольшие провалы и просадки, которые фиксируются и быстро тампонируются городскими службами. Некоторые из них, вскрывающие подземные полости, исследуются специалистами.

Пещера Щепинского вскрыта при рытье колодца в микрорайоне Заводское. Эта вертикальная полость имеет в естественной части, незатронутой выработкой, цилиндрический ствол глубиной 3,5 м и диаметром 1,5 м с замкнутым куполом в 2 м от поверхности. Днище и купол приурочены к плотным мергелям бодракского яруса, ствол заложен в рыхлых мергелях. На глубине 7 м есть небольшой зал с возможным продолжением под засыпанным щебнем днищем (Щепинский, 1957). Между верхним колодцем и нижним залом есть узкий лаз, трактуемый как переточный канал, характерный для пород пониженной проницаемости. Натечные образования отсутствуют.

Пещеры Фонтаны, Залесская, Херсонская были вскрыты при проведении планировочных работ и находятся в сходных геологических условиях. Они заложены в нуммулитовых известняках эоцена вдоль раскрытых вертикальных трещин. Имеют глубину 5-16 м и ширину 0,2-2,0 м (Дублянский, Ломаев, 1980). Стены слегка корродированны, содержат участки кавернозности, единичные каналы и стратиформные зоны перфораций. В днищах трещинных ходов в местах, приоткрытых от глыбовых навалов, фиксируются линейные фидеры.

Пещера Сельвинского исследована Ю.И. Шутовым в 1981 г. после провала, который открыл на стройплощадке автобазы вход в 13-метровый колодец, заложенный на контакте толщ переслаивания глин и мергелей бодракского и альминского ярусов (рис. 8, а, б). Колодец ведет к небольшому залу объемом около 100 м<sup>3</sup>. В полости имеется жидкая глина и трещинный колодец с водой (глубина 30-45 см). Фиксируются зоны интенсивной трещиноватости с плоскостями скольжения и ожелезнения шириной до 0,5 м. Гипогенные формы значительно переработаны эпигенным карстом, конденсационными и эрозионно-суффозионными процессами.

Пещера Богурча расположена в микрорайоне Каменка среди участков частной застройки. Она имеет естественный вход диаметром 0,5 м, заложенный в нуммулитовых известняках эоцена (рис. 8, в). На разрезе выделяется два горизонтальных уровня на



глубине 2 и 6 м, заложенных по одной трещине и соединяющихся вертикальным 4-метровым колодцем. Нижняя часть пещеры лабиринтового облика имеет галерею и несколько тупиковых ответвлений, замыкающихся трещинами или глыбовыми навалами.

Все вышеперечисленные пещеры участка ныне затампонированы.

#### Поперечная долина р. Салгир

К участку *поперечной долины р. Салгир* можно отнести долину прорыва притока Малый Салгир, в бортах которой выделен комплекс гипогенных форм карста и среди них две пещеры.

Пещеры Чокурча-1 и Чокурча-4 расположены в обрывистом левобережье реки, в 8-10 м выше ее русла неподалеку друг от друга. Небольшая пещера Чокурча-4 заложена вдоль линейной трещины, питаемой в прошлом из подстилающего слоя известняков (рис. 8, г). Пещера Чокурча-1 была исследована В.П. Душевским, после чего была оборудована как объект гражданской обороны (бомбоубежище). Ее описание не сохранилось, но из топографических материалов следует, что входной зал имеет сферическую форму, в своде есть напорные купола. Ход, ведущий в дальнюю часть, треугольный в поперечном сечении, что характерно для гипогенных пещер эталонных регионов. Дальняя часть является лабиринтовым кластером ходов.

Таким образом, в большинстве пещер

Симферополя установлены гидрогеологические и морфологические индикаторы, указывающие на гипогенное происхождение карста. Эпигенный карст, которому раньше отдавали приоритетное значение, оказывает лишь моделирующее воздействие. Его активизация возможна только при нарушении параметров геологической среды в зоне влияния реликтовых гипогенных полостей.

#### ЭВОЛЮЦИЯ КАРСТА

Анализ морфологии пещер Симферополя и палеогеографические реконструкции, проведенные в Юго-западном и Восточном Предгорье ([Климчук и др., 2011](#); [Амеличев и др., 2011](#)) позволяют представить, как здесь происходило развитие карста.

После завершения формирования мезозойской сутуры, в течение апт-сеномана происходило накопление морских преимущественно глинисто-карбонатных отложений верхнего структурного этажа. Отсутствие в геологических колонках Симферопольского поднятия отложений большей части верхнего мела и палеоцена, свидетельствует, что в это время территория развивалась как суша, а, следовательно, существовал этап карстования, следы которого уничтожены денудацией. После этого морской седиментогенез продолжался с эоцена до верхнего миоцена. С ним связано формирование нуммулитовых известняков, мергелей и глин, образующих толщу переслаивания разнородных по



Рис. 8. Морфология входов пещер Сельвинского (а, б), Богурча (в) и Чокурча-4 (г).

проницаемости пластов. В сармате территория была втянута в поднятия, в результате которых оформился моноклиальный склон артезианского бассейна. К концу миоцена участок был выведен в континентальные условия, начался инфильтрационный промыв молодого артезианского бассейна и формирование миоценовой поверхности выравнивания. Денудационная часть поверхности выравнивания простиралась от предгорий до линии Главной гряды (Лысенко, 1976), где формировалась раскрытая краевая область питания палеобассейна. Аккумулятивная часть располагалась на месте нынешнего предгорья и Центрально-Крымской равнины. Судя по залегающим здесь коррелятным денудационной поверхности отложениям, в состав разрушающегося южного крыла моноклинали входили известняки, мергели, песчаники и глины палеогенового и мелового возраста. В этой слоистой толще пород переменной в разрезе проницаемости, относительно спокойно залегавшей и простиравшейся с юга на север на расстояние более 30 км с перепадом высот около 300 м, формировались латеральные потоки напорных межпластовых вод и первичная гипогенная пустотность.

В послесарматское время темпы поднятия в предгорьях Симферополя продолжали нарастать. Это обусловило оживление разрывов в надвигах Предгорной сутуры, заложение в глинах апта и альба субпослойных срывов (флэтов – по В.В. Юдину) Подкуэстового надвига и формирование сбросов (Душевский, Лысенко, 1978), секущих поперек слоистую толщу верхнего структурного этажа, включая зоны меланжей. Образование дизъюнктивов привело к нарушению слоистых напорных водоносных горизонтов, в результате чего усилились перетоки между ними и возникла восходящая разгрузка подземных вод комплекса, особенно в тектонических узлах надвиговых и сбросовых разрывов. По таким разрывам в верхнюю часть разреза поступали глубинные флюиды, осуществлялись вертикальные перетоки с латеральной миграцией в коллекторских слоях. Процесс сопровождался активным спелеогенезом. Особенно ярко он проявился в оперяющих разрывах Подкуэстового надвига, где начали закладываться полостные структуры Алимовой, Марьинской, Петровской и других, ныне не сохранившихся пещер. В зоне сброса на р. М. Салгир в это время формировались карстовые системы, фрагментами которых являются пещеры Чокурча-1 и 4.

В эоплейстоцене, когда альпийский орогенез достиг своего максимума, предгорная часть палеобассейна окончательно превращается из области аккумуляции в область размыва (Душевский, 1987). Область питания, соответствующая Главной гряде и ее северному склону, стремительно расчленяется под влиянием эрозионной деятельности молодого Салгира и его притоков. Ее положение смещается к северу в предгорную часть, где на поверхности начинает обнажаться сначала меловой, а затем по мере отступления палеогеновый гребень Внутренней гряды. Вскрытие куэсты и эрозионное оформление Южной продольной депрессии стимулируется субсеквентными притоками, водность которых обеспечивается восходящей разгрузкой напорных

вод через пещерные кластеры вдоль Подкуэстового надвига. В связи с положением территории в зоне Симферопольского поднятия, длительное время испытывающего восходящие движения, темпы денудационного раскрытия водонапорных комплексов и приобретения типичного куэстового облика здесь были несколько выше, чем в восточном Предгорье. Основываясь на датировках пещерного кальцита фреатической и вадозной генераций из аналогичных гипогенных пещер юго-западного Предгорья (Климчук и др., 2011) и учитывая региональный характер развития карста, можно заключить, что гипогенный этап формирования пещер Симферополя закончился в конце среднего плейстоцена. В течение позднего плейстоцена и голоцена карст и пещеры города развивались по эпигенной схеме с поверхностным питанием и разнообразной моделировкой за счет экзогеодинамических процессов.

## Выводы

Анализ современной динамики карстовых процессов, учитывающий климатический, гидрологический, почвенно-растительный, ландшафтный и другие факторы влияния, свидетельствует о низкой интенсивности и активности современного эпигенного карста на симферопольском участке Предгорья. В то же время, фиксирующиеся в городе просадки и провалы имеют тенденцию к возрастанию количества и интерсивности. Это объясняется ростом техногенной деятельности, ведущей либо к непосредственному вскрытию погребенных полостей в ходе работ, либо к стимуляции процессов, приводящих к деформации поверхности. Во втором случае уместно говорить о современной активизации карста. Вскрываемые провалами подземные формы, тем не менее, имеют специфическую морфологию и гидрогеологические условия заложения, не характерные для эпигенного спелеогенеза с поверхностным питанием. Это заставляет обращаться к новым концептуальным разработкам, в частности к теории гипогенного карстообразования, для объяснения происхождения подземных карстопроявлений и для разработки новой основы для прогноза карстовой опасности.

Хорошо разработанные морфологические критерии генетической идентификации карста позволили выявить в пещерах Симферополя комплекс форм гипогенной этиологии, свидетельствующий об их развитии в условиях напорной циркуляции подземных вод. Установлена функциональная взаимосвязь гипогенных форм в пределах каждой изученной пещеры, позволяющая проводить реконструкцию палеогидрогеологических условий на локальном уровне.

Одну из ключевых позиций в объяснении гипогенного происхождения карста на территории Симферополя занимает структурно-геологическое положение и гидрогеологическая эволюция. Размещение исследуемого района в зоне Предгорной сутуры с участками слабопроницаемых меланжей и водопроницаемых оперяющих разрывов, перекрытых слаборазрушенной разнородной



по проницаемости толщей мел-кайнозойских преимущественно карбонатных отложений, длительное время способствовало формированию восходящих вертикальных перетоков в напорной водоносной системе моноклинального склона с участием глубинных флюидов. В ходе альпийской геодинамической активизации происходили усиление водообменных процессов, кластерно локализованный рост агрессивности водной среды и, как следствие, спелеогенетические процессы, выразившиеся в разнообразно представленном специфическом морфоскульптурном комплексе. Поэтапное разрушение водонапорного режима и выведение гипогенных форм из обстановки закрытого карстообразования в экспонированное состояние продолжалось в течение плиоцена и четвертичного периода и сыграло огромную роль в морфогенезе всего Предгорья. Этот процесс продолжается и сейчас, несмотря на то, что в черте города гипогенные гидрогеологические системы уже не функционируют.

Хозяйственное освоение закарстованных территорий Симферополя требует знания специфики реликтового гипогенного карста, который является мощным стимулятором развития других негативных экзогеодинамических процессов, особенно при техногенном нарушении параметров геологической среды.

## ЛИТЕРАТУРА

- 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. – 2011. – № 7. – С. 52-64.
- Вахрушев Б.А. Районирование карста Крымского полуострова // Спелеология и карстология, №3. – Симферополь, 2009. – С.39-46.
- Ведь И.П. Климатический атлас Крыма. – Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. – 110 с.
- Водообмен в гидрогеологических структурах Украины. Водообмен в нарушенных условиях. – Киев: Наукова Думка, 1991. – 325 с.
- Геология СССР. Том 8. Крым. Часть 1. Геологическое описание. М: Недра, 1969. – 576 с.
- Дублянская Г.Н. Парагенезис карст – подтопление. – Автореф. дисс. ... докт. геол.- мин. наук. – Киев, 1994. – 47 с.
- Дублянская Г.Н., Дублянский В.Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст-подтопление. – Пермь: Изд-во ПГУ, 1998. – 204 с.
- Дублянский В.Н., Дублянская Г.Н. Карстовая республика. – Симферополь, 1996. – 84 с.
- Дублянский В.Н., Ломаев А.А. Карстовые пещеры Украины. – Киев: Наукова думка, 1980. – 180 с.
- Душевский В.П. Про карстові колодязі в передгірному Криму // Географічні дослідження на Україні. – К., 1975. – С.92-95.
- Душевский В.П. Спелеологическая изученность Предгорно-Крымской карстовой области // Проблемы изучения, экологии и охраны пещер. – Киев, 1987. – С. 76-77.
- Душевский В.П., Лысенко Н.И. Возраст разрывных нарушений Восточно-Крымского предгорья // Бюлл. МОИП. – Геология. – Т.53(1). – 1978. – С.51-53.
- Кальфа Т.Ф. Экологическое состояние подземных вод Симферополя // Ученые записки ТНУ. - Серия: география. – 2007. – Т.20(59). - №2. – С.188-193.
- Климчук А.Б., Амеличев Г.Н., Тимохина Е.И. Карстопроявления юго-западной части Предгорного Крыма с позиций теории гипогенного спелеогенеза // Спелеология и карстология. – 2009. – № 2. – С. 35-53.
- Климчук А.Б., Амеличев Г.Н. и др. Кадастр пещер Украины: методические материалы и перечень / А.Б. Климчук, – Симферополь, 2008. – 75 с.
- Климчук А.Б., Тимохина Е.И. Морфогенетический анализ пещеры Таврская (Внутренняя гряда Предгорного Крыма) // Спелеология и карстология. – 2011. - №6. – 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. – 2011. С. 29-39.
- Лысенко Н.И. Новые данные о миоценовой поверхности выравнивания в Горном Крыму // Геоморфология, №1, 1976. – С. 86-90.
- Лысенко Н.И., Башкин И.А. Палеогеографические сокровища пещеры Алима в Крыму // Природа, №1. – Симферополь, 2000. – С.8-11.
- Муратов М.В. Краткий очерк геологического строения Крымского полуострова. – М.: Госгеолтехиздат, 1960. – 168 с.
- Тимохина Е.И., Климчук А.Б., Амеличев Г.Н. Геоморфология и спелеогенез крайней юго-западной части эоценовой куэсты Внутренней гряды Горного Крыма // Спелеология и карстология - № 7. – Симферополь. – 2011. С. 40-51.
- Устойчивый Крым. Водные ресурсы. – Симферополь: Таврида, 2003. – 413 с.
- Щепинский А.А. Подземная форма карста близ Симферополя. – Изв. Кр. Отд. Геогр. общ. СССР, 1957. – С.22-23.
- Юдин В.В. Геологическая карта Горного и Предгорного Крыма. – Симферополь, 2009.
- Юдин В.В. Геодинамика Крыма. – Симферополь: ДиАйПи, 2011. – 336 с.
- Klimchouk A. Hypogene Speleogenesis: Hydrogeological and Morphogenetic Perspective. National Cave and Karst Research Institute. Special Paper № 1. – Carlsbad, 2007. – 106 pp.
- Klimchouk A. Speleogenesis, Hypogenic // Encyclopedia of Caves. – Chennai, 2012. – P. 748-765.
- Klimchouk A.B., Tymokhina E.I., Amelichev G.N. Speleogenetic effects of interaction between deeply derived fracture-conduit flow and intrastatal matrix flow in hypogene karst settings // International Journal of Speleology. - Tampa, FL (USA). – Vol. 41. - № 2. – P. 161-179.