

На правах рукописи

Тимохина Елизавета Игоревна

**СПЕЛЕОГЕНЕЗ ВНУТРЕННЕЙ ГРЯДЫ ГОРНОГО КРЫМА
И ЕГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

Специальность 25.00.25 – Геоморфология и эволюционная география

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Симферополь – 2014

Работа выполнена на кафедре землеведения и геоморфологии географического факультета и в Украинском институте спелеологии и карстологии Таврического национального университета имени В.И. Вернадского (г. Симферополь).

Научный руководитель: доктор географических наук, профессор
Вахрушев Борис Александрович,
Таврический национальный университет имени В.И. Вернадского, заведующий кафедры землеведения и геоморфологии

Официальные оппоненты: доктор геол.-мин. наук, профессор
Катаев Валерий Николаевич,
Пермский государственный университет, заведующий кафедрой динамической геологии и гидрогеологии

кандидат географических наук
Кадебская Ольга Ивановна,
Горный институт УРО РАН, старший научный сотрудник

Ведущая организация: Лаборатория геоморфологии Института географии РАН
(г. Москва)

Защита состоится 18 декабря 2014 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д 212.101.15 по географическим наукам при ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» по адресу: 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, ауд. 200.

С диссертацией можно ознакомиться в читальном зале научной библиотеки ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» по адресу: 350040, г. Краснодар, ул. Ставропольская, 149, а также на сайте ФГБОУ ВПО «Кубанский государственный университет» <http://www.portal.kubsu.ru/>.

Электронная версия автореферата диссертации размещена на сайте ВАК Министерства образования и науки Российской Федерации URL: <http://vak2.ed.gov.ru>.

Автореферат разослан «___» ноября 2014 г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
Д 212.101.15
кандидат географических наук,
доцент



Т.А. Волкова

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы. Внутренняя гряда, одна из трех гряд Горного Крыма, представляет собой куэстовую моноклираль, сложенную карстующимися палеоценовыми и эоценовыми известняками. В пределах Горного Крыма карст изучен неравномерно. Основное внимание уделялось его изучению на территории Главной гряды, где интенсивно развивается классический (эпигенный) тип, связанный с современным поверхностным питанием. Карст в пределах Внутренней гряды считался слаборазвитым ввиду особенностей климатических и литологических условий, однако наличие здесь крупных пещер не согласуется с такими представлениями. Характеристики их структуры, морфологии и вторичных отложений не соответствуют представлениям о формировании в условиях эпигенного карста.

Обилие специфических форм в прибрежных участках и известняковых обрывах куэст Внутренней гряды определяют ее яркое геоморфологическое своеобразие. Существующие объяснения формирования компонентов такого своеобразия в рамках стандартных моделей флювиальных и денудационных рельефообразующих процессов характеризуются существенными упрощениями и с карстом ранее не связывались по причине их несоответствия концепции эпигенного карстообразования.

Теория гипогенного спелеогенеза открывает принципиально новые возможности геоморфологической и палеогеографической интерпретации упомянутых проблемных вопросов. В отличие от эпигенного, гипогенный карст развивается в закрытых и полуоткрытых гидрогеологических условиях восходящим водообменом через толщи пород различного состава, вне прямой связи с поверхностным питанием и рельефом (Климчук, 2013; Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers, 2000).

Диссертационное исследование решает взаимосвязанные теоретические проблемы выявления генезиса карста Внутренней гряды и его роли в геоморфологическом своеобразии региона. Актуальность исследования определяется тем, что оно составляет новую основу для прогноза ряда опасных геологических процессов и для интерпретации карстопроявлений в районах со сходными

геологическими и гидрогеологическими характеристиками. Кроме того, изучение формирования и закономерностей распространения карстовых каналово-полостных систем связано с исследованием коллекторских свойств мел-палеогеновых пород, обладающих высоким потенциалом нефтегазоносности на территории Крымско-Черноморского региона.

Связь работы с научными программами, планами, темами. Работа выполнялась в рамках научно-исследовательских тем Таврического национального университета им. В.И. Вернадского «Структура и функционирование гипогенных карстовых систем на примере Предгорного и Равнинного Крыма» (2010-2012 гг., гос. рег. № 0110U002248), «Разработка эволюционно-генетического подхода к прикладным проблемам карста» (2013-2014 гг., гос. рег. № 0113U000217), «Геоморфодинамика Крыма и сопредельных горно-складчатых территорий» (2011-2015 гг., гос. рег. № 0111U001802) и программы «НуроKarst» Комиссии по гидрогеологии карста и спелеогенезу Международного спелеологического Союза (UIS; 2007-2012 гг.).

Цель и задачи исследования. *Целью* исследования является выявление генезиса и структуры карстовых геосистем Внутренней гряды Горного Крыма, а также роли спелеогенеза в геоморфологическом развитии региона.

В соответствии с указанной целью были поставлены следующие основные задачи:

- 1) Исследовать площадное и литостратиграфическое распределение и структурно-морфологические характеристики карстовых явлений в палеоценовых и эоценовых известняках региона;
- 2) Выполнить специализированное морфогенетическое картирование крупных карстовых полостей Внутренней гряды;
- 3) Выполнить морфогенетическое картирование аструктурных склонов и пригребневых структурных участков Внутренней гряды;
- 4) Выявить морфологические и изотопно-геохимические признаки - индикаторы генезиса карстовых форм;
- 5) Разработать функционально-генетическую модель карстовых гипогенных каналово-полостных систем (КПС), выявить основные этапы эволюции карста

региона и роль спелеогенеза в формировании его геоморфологического своеобразия.

Объектом исследования является карстовый спелеогенез Внутренней гряды Горного Крыма и созданные им формы рельефа.

Предметом исследования служат происхождение и развитие карстовых геосистем и их роль в геоморфогенезе исследуемого региона.

Методы исследования. Сбор и систематизация данных осуществлялись путем анализа литературных и фондовых материалов и выполнением большого объема личных полевых исследований. В работе использованы традиционные геоморфологические и палеогеографические методы (сравнительно-морфологический, морфографический, морфометрический, морфоструктурный, морфогенетический, историко-морфологический и др.), а также их специфические варианты, адаптированные к задачам изучения карста (Вахрушев, 2004) и каналово-полостных систем (Дублянский, 1977; Климчук, 1999, 2013). Изучение экспонированных полостных форм осуществлялось посредством систематического геоморфологического обследования, анализа космоснимков и картирования обрывов, а также приборочных участков куэст. Для организации и анализа пространственных данных использовались ГИС-технологии. В ходе спелеогенетического анализа осуществлялось морфогенетическое картирование крупных пещер, а также использовались методы исследования пещерных отложений и вмещающих пород (литолого-фациальные, изотопно-геохимические, минералогические, методы абсолютной геохронологии). Исследование условий заложения и распространения элементов КПС осуществлялось с привлечением данных по тектонике, стратиграфии, гидрогеологии и палеогеографии региона.

Теоретико-методологическую основу исследований составили эволюционно-генетический подход к карсту и современные представления о гипогенном спелеогенезе (Климчук, 2010, 2013; *Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers*, 2000; Klimchouk, 2007; Ford, Williams, 2007; Palmer, 2007).

Научная новизна полученных результатов. *Впервые* для региона Внутренней гряды:

- установлено гипогенное происхождение всех значительных карстовых пещер;
- обосновано гипогенно-карстовое и карстообусловленное происхождение

широкого спектра форм рельефа, составляющих геоморфологическое своеобразие Внутренней гряды, выявлена большая роль гипогенного спелеогенеза в региональном геоморфогенезе;

- определено время геоморфологического раскрытия гипогенных КПС и формирования палеоценовой куэсты в юго-западной части гряды;

- выявлены изменения изотопного состава пород в пристеночной зоне гипогенных карстовых каналов, которые могут служить дополнительным критерием генетической идентификации полостей и карстообусловленных форм обрывов куэст.

Усовершенствованы и детализированы:

- критерии идентификации гипогенного спелеогенеза;

- методика морфогенетического картирования карстовых полостей.

Получили дальнейшее развитие:

- представления об эволюции рельефа Предгорного Крыма.

Практическое значение полученных результатов заключается в возможности их использования для решения ряда проблем: 1) прогноза и предотвращения опасных карстопроявлений в районах развития гипогенного карста (утечка вод из водохранилищ, подтопление, образование провалов, блоковых обрушений в обрывистых склонах и т.д.); 2) повышения эффективности инженерно-геологических исследований и освоения территории под промышленное, гражданское и дорожно-транспортное строительство; 3) повышения эффективности использования туристско-рекреационного потенциала Предгорного Крыма; 4) уточнения формирования нефтегазовых мел-палеогеновых коллекторов в Крымско-Черноморском регионе.

На защиту выносятся:

1) обоснование гипогенного происхождения каналово-полостных систем Внутренней гряды;

2) закономерности формирования и распространения каналово-полостных систем в палеоценовых и эоценовых известняках Внутренней гряды и концептуальная модель регионального спелеогенеза;

3) обоснование роли гипогенного спелеогенеза в развитии рельефа Внутренней гряды.

Личный вклад соискателя. В основу работы положен материал, полученный

автором в результате полевых карстолого-геоморфологических исследований Внутренней гряды Горного Крыма в составе коллектива Украинского института спелеологии и карстологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского на протяжении 2007 – 2014 гг. Автор непосредственно принимала участие в постановке целей и планировании исследований, в разработке методики, сборе и анализе исходных материалов, а также интерпретации полученных результатов.

Апробация результатов диссертации. Основные положения и результаты исследования лично докладывались автором и обсуждались на 10 конференциях: Международной научной конференции «Крымские карстовые чтения. Состояние и проблемы карстолого-спелеологических исследований» (Симферополь, 2008); Международной научной конференции «Гипогенный спелеогенез и гидрогеология карста артезианских бассейнов» (Черновцы, 2009); XV Международном спелеологическом конгрессе (Kerrville, Texas, США, 2009); XVIII Международной карстологической школе (Postojna, Словения, 2010); XVIII Международной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2011» (Москва, 2011); Международном рабочем семинаре по гипогенным пещерам «Morphology and Speleogenesis in Deformed Strata» (Olsztyn, Польша, 2011); Международной научной конференции «Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій» (Ворохта, 2012); научной конференции «Географические и геоэкологические исследования в Украине и сопредельных территориях» (Симферополь, 2012); XI съезде Украинского географического общества «Україна: географія цілей та можливостей» (Киев, 2013); XVI международном спелеологическом конгрессе (Brno, Чехия, 2013).

Публикации. Результаты исследований опубликованы автором в 33 научных работах общим объемом 47,18 п.л. (авт. - 21,98 п. л.). В их числе: 8 статей в рецензируемых изданиях по списку ВАК Российской Федерации (в т.ч. 2 статьи в научных изданиях, входящих в системы цитирования Web of Science и Scopus, и включенных в рецензируемые научные издания по списку ВАК РФ, и 5 статей в рецензируемых научных изданиях по списку ВАК Украины, признаваемые в качестве публикаций в рецензируемых научных изданиях в РФ согласно Постановлению

Российской Федерации от 30.07.2014 г. №723); 1 монография (в соавторстве); 17 тезисов докладов конференций.

Структура и объем диссертационной работы. Диссертация состоит из введения, шести разделов, заключения, списка использованной литературы из 286 наименований и 8 приложений. Работа содержит 4 таблицы, проиллюстрирована 27 рисунками в основной части текста и 61 рисунком в составе приложений.

Благодарности. Диссертация выполнена в Украинском институте спелеологии и карстологии и на кафедре землеведения и геоморфологии Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Директору института А.Б. Климчуку автор выражает искреннюю признательность и глубокую благодарность за неоценимую помощь и критические замечания на протяжении всей работы. Автор также выражает благодарность сотруднику Института геологии и палеонтологии университета Инсбрука им. Леопольда-Франца (Австрия) Ю.В. Дублянскому и ведущему сотруднику минералогического музея Таврического национального университета им. В.И. Вернадского А.И. Тищенко за предоставленные консультации и помощь в организации и проведении лабораторных исследований. Автор благодарит своих коллег Г.Н. Амеличева, С.В. Токарева, В.Г. Науменко, А.Н. Гребнева и Е.Г. Амеличева за помощь в организации полевых исследований и постоянную поддержку.

ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

В первом разделе диссертации охарактеризованы история изучения карста Предгорья и состояние проблемы генезиса карстопроявлений в регионе.

Донаучный период связан с освоением и использованием человеком полостных карстовых форм в культовых и хозяйственных целях. Начало научного периода было положено работами археологов (К.С. Мережковский, Г.А. Бонч-Осмоловский, Н.Л. Эрнст), геологов и гидрогеологов (В.А. Обручев, С.В. Альбов, Г.Х. Дикенштейн). С середины XX века проводятся целенаправленные карстологические исследования Предгорного Крыма, наибольший вклад в которые был внесён В.П. Душевским (работы 1970-1998 гг.). Современный этап (2007–2014 гг.) характеризуется систематическими комплексными исследованиями карста

Внутренней гряды коллективом Украинского института спелеологии и карстологии (Климчук и др., 2009; Тимохина и др., 2011, 2012; Гипогенный карст Предгорного Крыма..., 2013; Isotope wallrock alteration..., 2014 и др.).

Проведенный анализ истории изучения карстопроявлений региона указал на существование ряда проблем, связанных с трактовкой их генезиса. Карстообразование ранее рассматривалось в условиях раскрытой гидрогеологической структуры и экспонированности растворимых пород (Львова, Мелешин, 1970; Душевский, 1970, 1987), при несоответствии характеристик морфологии и отложений пещер эпигенному генезису. На возможное участие напорных вод в образовании карстовых полостей гряды впервые было указано В.П. Душевским (1970), однако это предположение не получило дальнейшего развития в его работах. Малоизученными оставались конкретные предпосылки и механизмы расчленения моноклиальной структуры гряды. Дискуссионным являлся генезис ряда полостных форм в обрывах куэст, формирование и рост которых объяснялись процессами комплексной денудации ввиду невозможности проникновения в них атмосферных осадков (Душевский, Ключин, Толстых, 1974). Это положение справедливо для современных условий, однако не учитывает возможности существования в регионе иных обстановок карстогенеза в прошлом.

Наличие отмеченных противоречий и проблемных вопросов указывает на необходимость применения принципиально новых подходов к изучению спелеогенеза Внутренней гряды и объяснению геоморфологического своеобразия региона.

Во втором разделе диссертации **«Теоретико-методологические аспекты изучения спелеогенеза»** охарактеризованы теоретические основы данного исследования и использованные в нем методы.

В качестве методологической основы приняты современные представления о ведущей роли спелеогенеза в формировании карстовых геосистем, учение о гипогенном спелеогенезе, а также эволюционно-генетический подход к типологии карста (Карст в земной коре..., 1992; Климчук, 2010, 2013; Климчук, Андрейчук, 2010; Klimchouk, 2007, 2013; Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers, 2000; Encyclopedia of Caves and Karst Science, 2004; Ford, Williams, 2007; Palmer, 2007).

Спелеогенез определяется как развитие организованных определенным образом полостей и каналов в горной породе путем расширения преимущественно растворением первичных путей сосредоточенной фильтрации подземных вод и является основным механизмом эволюции карстовых геосистем (Klimchouk, 2007; Климчук, 2013). Несмотря на то, что гипогенный карст развивается в закрытых и полуоткрытых гидрогеологических условиях восходящим водообменом через толщи пород различного состава, вне прямой связи с поверхностным рельефом, при денудационном раскрытии структур он становится важным фактором поверхностного геоморфогенеза (Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers, 2000).

Понятие «каналово-полостная система» (КПС) объединяет элементы подземной карстовой геосистемы, описываемые антропоцентрическим термином «пещера» (подземные полости, доступные для исследования человеком), и терминами «канал» и «полость» широкого пользования, акцентирующими внимание на водопрводящей и емкостной функциях КПС. Выявление происхождения КПС обеспечивается спелеогенетическим анализом, методология и методика которого развивались в работах В.Н. Дублянского (1977); А.Б. Климчука (1985, 1999, 2013); D. Ford, P. Williams (2007); A. Klimchouk (2007, 2009); «Speleogenesis: Evolution of Karst Aquifers» (2000); A. Palmer (2007) и др.

Ключевыми объектами спелеогенетического анализа послужили значительные по размеру пещеры, то есть доступные для человека крупные фрагменты КПС, вскрытые рельефом лишь частично и сохранившие высокую степень изолированности. В качестве основы для такого анализа было выполнено детальное морфогенетическое картирование крупнейших пещер региона. Другая линия исследований заключалась в систематическом геоморфологическом обследовании и картировании обрывов и прибрежных участков куэст. Общая площадь территории исследования составила 197 км², протяженность обследованных обнажений куэст около 110 км. Всего обследовано 96 карстовых полостей и более 300 гротов и ниш.

С целью выявления дополнительных индикативных признаков гипогенного спелеогенеза осуществлены минералого-геохимические исследования вторичного кальцита карстовых полостей и их датировки уран-ториевыми методами абсолютной геохронологии. Аналитические работы выполнялись с использованием

лабораторных ресурсов университетов Инсбрука (Австрия), Кельна и Гейдельберга (Германия), Миннесоты (США), Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (Россия) и Института геохимии, минералогии и рудообразования имени Н.П. Семеново НАН Украины.

На заключительном этапе исследований выполнялся анализ распространения и условий заложения элементов КПС и сопряженный спелеогенетический анализ, результатом которого явились реконструкция условий и обстановок спелеогенеза, а также региональная спелеогенетическая модель.

В третьем разделе **«Условия и факторы развития карста Внутренней гряды Горного Крыма»** проанализированы основные физико-географические, геологические, геоморфологические и гидрогеологические факторы развития карста, определяющие каждое из четырех условий, обозначенных Д.С. Соколовым (1962).

Условие наличия растворимых горных пород определяется присутствием в геологическом строении Внутренней гряды известняков датского яруса палеоцена и симферопольского региояруса эоцена. Значения коэффициентов фильтрации 0,002-5,8 м/сут (Дублянская, Дублянский, 1998) отражают масштабный эффект и многоуровненность фильтрационной среды.

Условие наличия движущихся вод рассматривается в контексте геологической эволюции региона и водообменных систем. Формирование таких систем в регионе обусловлено положением моноклиналичного склона палеоартезианского бассейна в геодинамически активной полосе вдоль мезозойского коллизийного шва между структурами Горного Крыма и Скифской плитой, описанного В.В. Юдиным (2011). Геодинамическими факторами существования области восходящей разгрузки могли являться: 1) общий надрегиональный поддвиг кайнозойских пород дна Черного моря под Крым (Юдин, 2008); 2) неоген-четвертичное послойное смещение всей пластины куэстовой моноклинали по некомпетентным, относительно пластичным толщам нижнего мела (Юдин, 2011).

На всем протяжении эволюции карстовых систем Внутренней гряды закономерно изменялись факторы, определяющие условие наличия растворяющей способности воды. Результаты морфогенетического анализа свидетельствуют о

формировании полостей преимущественно за счет усиления карбонатной агрессивности вод при смешивании восходящего сквозьформационного потока по крупным трещинам и латерального потока пластовых вод, что вызывало эффекты плотностной конвекции. Участие глубинных флюидов в спелеогенезе подтверждается результатами изотопно-геохимических анализов (Isotopic indications..., 2011; Изменение изотопного состава пород..., 2013; Isotope wallrock alteration..., 2014).

В четвертом разделе **«Характеристика и спелеогенетический анализ карстовых полостей Внутренней гряды Горного Крыма»** приведены результаты спелеоморфогенетического анализа, проанализированы литостратиграфическое и географическое распространение карстовых КПС, выявлена их структура, предложены модели образования и механизм экспонирования их морфогенетических элементов.

Морфогенетический анализ крупных карстовых полостей (Таврской, Змеиной, Мангупской-1, Беш-Кош-3) показал отсутствие признаков, характерных для пещер, проводящих нисходящий и латеральный сток. На поверхностях куэстовых гряд практически отсутствуют карстопроявления, которые могли бы служить питающим аппаратом таких систем, а условия заложения пещер в полого наклонной пластовой структуре противоречат схеме циркуляции, постулируемой эпигенной концепцией. Идентифицировать их как полости гипогенного генезиса позволяют особенности литостратиграфической приуроченности, структуры и морфологии: однообразие размеров и морфологии каналов, находящихся в сходной литостратиграфической позиции; наличие трещинных и точечных элементов питания снизу; расширенные латерально-протяженные участки (ходы) в определенных интервалах вертикальных закарстованных трещин; восходящие стенные каналы; полутрубы и купола разгрузки в вышележащие слои с рассеянной проницаемостью.

В номенклатуре подземных и экспонированных карстопроявлений выделены следующие основные элементы структуры каналово-полостных систем, связанные функционально-генетическими отношениями (рисунок 1А): 1) сквозьпластовые и сквозьформационные субвертикальные трещинно-карстовые каналы, составляющие пространственный каркас КПС (индексы 1, 3, 6 на рисунке 1А); 2) стратиформные

полости на пересечениях субвертикальных трещинно-карстовых каналов между собой и со стратиформными водопрводящими структурами (индексы 5, 7, 8 на рисунке 1А), а также на верхних замыканиях наклонных (оперяющих) трещинно-карстовых каналов; 3) каналы по плоскостям напластования и каналы межпластовых перетоков по мелким внутрипластовым трещинам или по системам первичной пористости (индексы 2, 4, 9 на рисунке 1А).

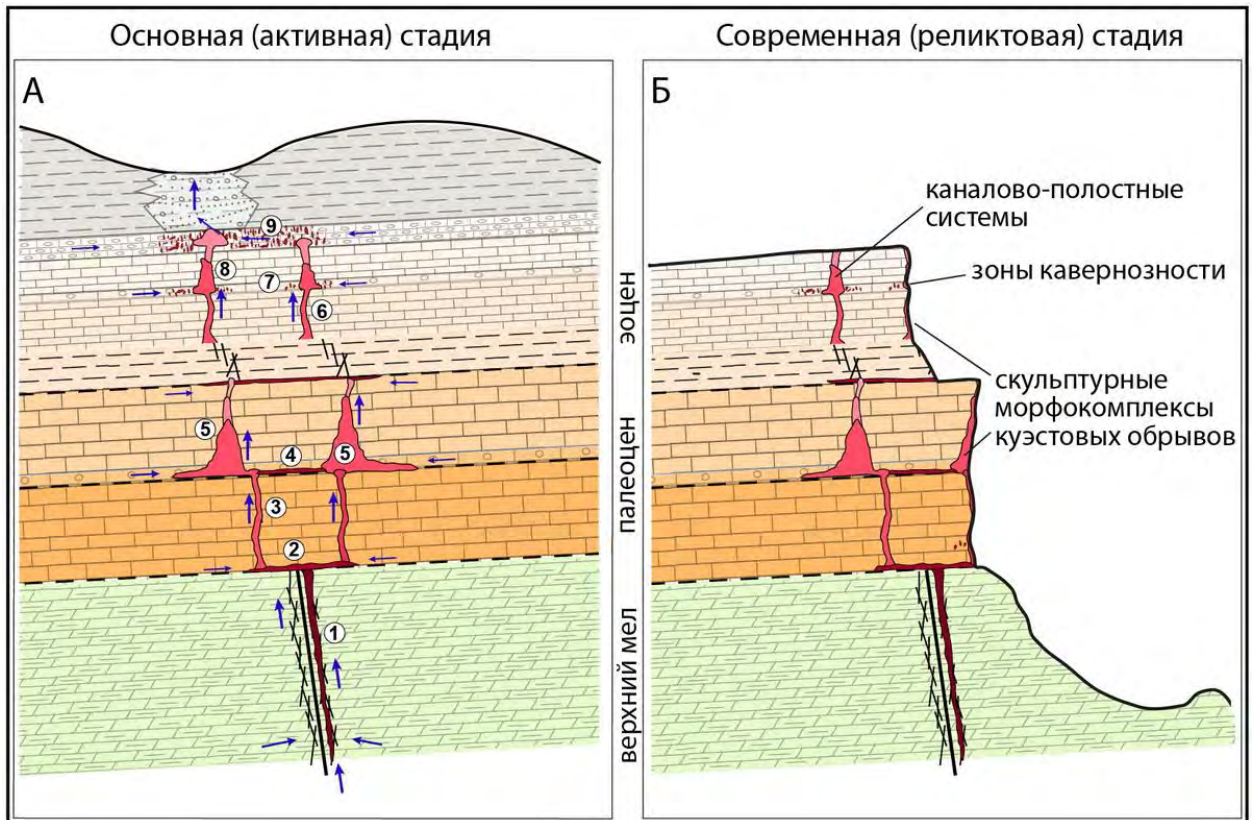


Рисунок 1 - Концептуальная модель гипогенного спелеогенеза Внутренней гряды Горного Крыма. Обозначения элементов КПС в тексте (Определение возраста рельефа и скорости денудации..., 2011)

Экспонирование карстопроявлений на поверхность осуществляется экзогенными геоморфологическими процессами, среди которых ведущую роль играют гравитационные: провалы кровли полостей при денудационном снижении поверхности и обрушение блоков в обрывистых склонах (преимущественно на современном этапе; рисунок 1Б) (Тимохина и др., 2012а). При полном раскрытии субвертикальных трещинно-карстовых каналов остающаяся в обрыве стена демонстрирует исходную гипогенно-карстовую морфологию. Такая же морфология наблюдается в каналах, неполностью раскрытых гравитацией, как поперечных, так и

субпараллельных современным обрывам, где действие поверхностного выветривания отсутствует.

Гипогенно-карстовую морфологию раскрытых каналов могут усложнять реликты изолированных полостных форм с субгоризонтальными и наклонными основаниями, часто идентифицируемые как гроты. Расширенные до метровых размеров интервалы карстовых каналов по плоскостям напластования идентифицируются как ниши. Крупные каверны и зоны кавернозности являются образованиями пристеночной каймы каналов, сформированными коррозией смешивания и метасоматическими процессами. Дополнительным свидетельством гипогенно-карстового происхождения скульптурных стен обрывов куэст является обнаружение в них изменений изотопного состава углерода и кислорода в пристеночной зоне. В дальнейшей переработке и уничтожении раскрытых полостных форм принимает участие широкий спектр процессов комплексной денудации.

С целью изучения географического распространения каналовво-полостных систем комплексное систематическое исследование карста региона выполнялось в пределах девяти ключевых участков, представляющих все районы Внутренней гряды: в Юго-западном районе – Эски-Кермен – Красный Мак, междуречье Бельбека и Качи, долина реки Чурук-Су, междуречье Бодрака и Альмы; в Центральном районе – междуречье Альмы и Салгира, междуречье Зуи и Бурульчи, массив Сарак-Кая, массив Ак-Кая; в Восточном районе – междуречье Кучук-Карасу и Индола. Исследование показало, что литолого-стратиграфические, текстурные и структурные вариации пород в разрезе и по площади контролируют структуру и морфологию полостей, главным образом через факторы мощности, первичной пустотности, трещиноватости и растворимости пород.

В пятом разделе **«Вторичные отложения карстовых полостей и пристеночные изменения породы»** дается характеристика пещерных отложений, приводятся результаты датирования вторичного кальцита и исследования газового состава его флюидных включений. Ключевыми для идентификации гипогенного спелеогенеза стали следующие группы:

- водно-механические отложения: гранулометрический состав и характер

распространения всех глинистых осадков указывает на их отложение в слабодинамических фреатических условиях, с ограниченными возможностями поступления глинистого материала. Флювиальные отложения крупных размерностей практически отсутствуют. Это свидетельствует о том, что большинство пещер даже линейной структуры никогда не функционировали в системе понор-источник, характерной для эпигенного спелеогенеза;

- среди различных типов гравитационных отложений характерными для гипогенных полостей служат обвально-гравитационные отложения. Они представлены крупными фрагментами скульптурных скальных подвесок и перегородок между некогда отдельными сближенными ходами, обрушение которых происходило в фазу раскрытия водонапорной системы ввиду снятия архимедовой поддержки;

- среди хемогенных отложений ключевыми являются отложения фреатического (субаквального) кальцита, представляющие собой массивные зональные коры параллельно-шестоватого кальцита коричневого цвета мощностью до 50-60 см, обнаруженные в пещерах Таврская и Беш-Кош-4, а также в раскрытых реликтах каналов в обрывах. Воды, отлагавшие кальцит, при наличии признаков глубокой циркуляции, имели метеорное происхождение, о чем свидетельствует изотопный состав дейтерия и кислорода вод включений. Водный флюид включений характеризуется однофазным составом, что указывает на низкотермальные воды (до 50°C), отлагавшие кальцит (Isotopic indications of water-rock interaction..., 2011; Isotope wallrock alteration..., 2014). Возраст кальцита определен в пределах 263-417 тыс. лет, что древнее, чем максимальный возраст сталагмитов в этих пещерах. Преобладание воды во флюидных включениях (свыше 99 моль.%) подтверждает его субаквальное происхождение, а низкие значения отношений растворенных газов O_2/Ar и CO_2/CH_4 указывают на восстановительный характер среды. Таким образом, условия отложения покровного кальцита в пещерах соответствуют обстановке гипогенного спелеогенеза, что исключает возможность эпигенного происхождения самих пещер, уже полностью сформированных к началу периода отложения кальцита.

Для исследования изотопных изменений в пристеночной зоне карстовых каналов отобраны 58 образцов коренной породы, по которым выполнено 934 определения изотопного состава углерода и кислорода (Изменение изотопного состава..., 2013; *Isotopically altered wallrock...*, 2013). Отбор кернов проводился как в пещерах, так и в обрывах куэст, предположительно представляющих стенки полностью раскрытых гипогенных каналов. В большинстве образцов, в том числе взятых в обрывах, установлено наличие низкоамплитудных изменений в сторону облегчения изотопного состава кислорода (на 1-2 ‰) и углерода (на 1-3 ‰), охватывающих всю длину кернов (тренд 1 на рисунке 2), а также наличие высокоамплитудных изменений в узкой пристеночной зоне (5-15 мм), имеющие разную направленность, что отражает воздействие флюидов различной природы и температуры (тренды 3, 4). В образцах структурного каркаса и породного основания сотово-ячеистых поверхностей, характерных для многих участков обрывов куэст, выявлен тренд, характеризующийся сдвигом в сторону утяжеления значений и $\delta^{18}\text{O}$ (до 3 ‰), и $\delta^{13}\text{C}$ (до 2 ‰) (тренд 2 на рисунке 2). Наличие, величина и характер изменений указывают на изотопный обмен между породой и водами, мигрировавшими по карстовым каналам, что присуще относительно закрытым гидрогеологическим условиям. Выявленные тренды изменений связаны с разными фазами эволюции глубинной флюидной системы, между которыми существенно изменялись источники углерода и его изотопный состав, а также, возможно, температура флюидов.

Концептуальная модель происхождения карстовых полостей, представленная в шестом разделе, реконструирует функционально-генетическую систему и показывает связь разнообразных типов каналов и полостей, выявленных в различных частях гидростратиграфического разреза (рисунок 1А). Их пространственная разобщенность обусловлена, наряду с ограниченностью возможностей прямого спелеологического исследования малых каналов в отдельных слоях пластовой структуры, геоморфологическим раскрытием и расчленением пластовой структуры моноклиального склона (рисунок 1Б), в результате чего гипогенные карстовые системы были переведены в реликтовое состояние и фрагментированы.

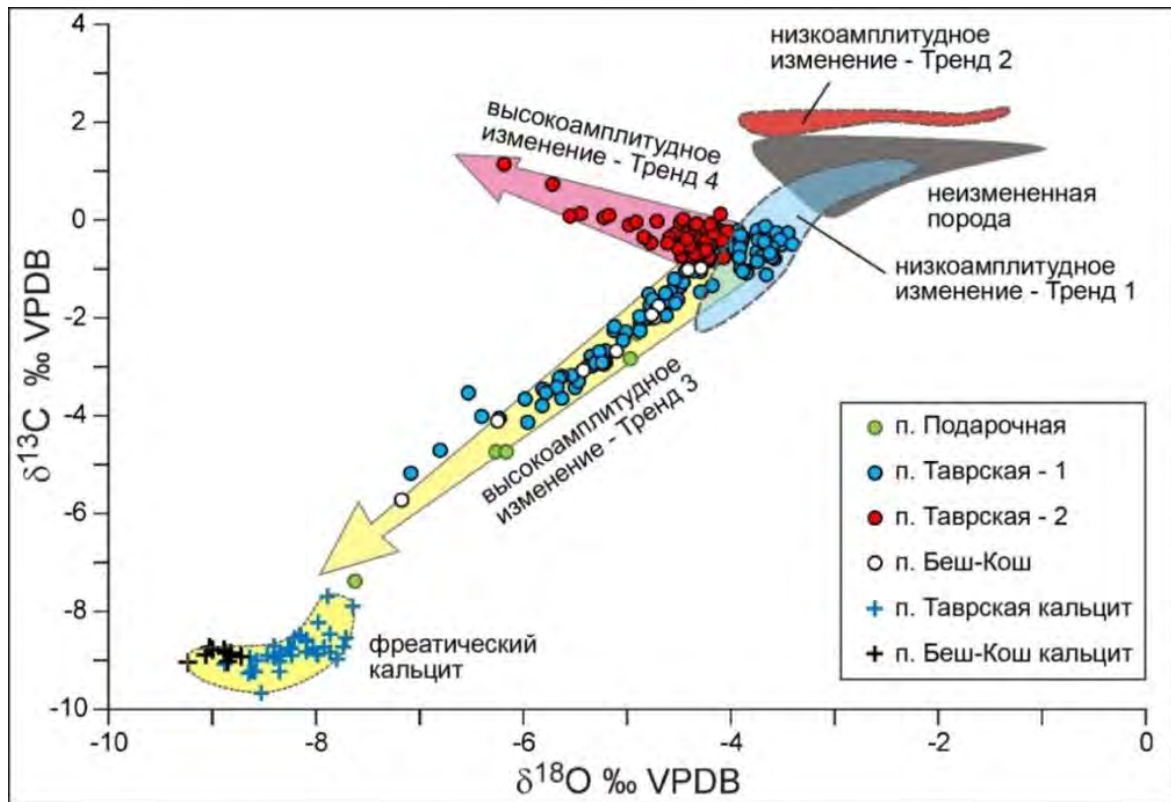


Рисунок 2 - Изотопный состав углерода и кислорода палеоценовых известняков, фреатического кальцита из пещер и материала структурного каркаса сотово-ячеистых поверхностей Внутренней гряды (Изменение изотопного состава пород..., 2013)

Доступные для непосредственного изучения нижние элементы гипогенной КПС представлены вертикальными полостями в маастрихтских мергелях, проводившими восходящий поток от глубоких частей разреза (индекс 1 на рисунке 1А; типоморфный пример - пещера Душевского). После локального латерального перераспределения по контакту маастрихтских мергелей и вышележащих датских известняков (2) восходящий поток контролировался субвертикальными трещинами в толще последних и взаимодействовал с латеральным потоком по активной плоскости напластования и прослою повышенной проницаемости в датской толще (4). Субвертикальные элементы в датских известняках (3) закартированы в пещерах Таврской, Подарочной и многочисленных полостях-фрагментах в обнажениях палеоценовой куэсты. Взаимодействие восходящего и латерального потоков в средней части толщи возобновляло растворяющую способность вод (механизм «коррозии смешивания») и вызывало эффекты плотностной конвекции, что обусловило формирование крупных полостей с соответствующей скульптурной

морфологией выше уровня взаимодействия (5). Восходящие перетоки по ослабленным зонам через нижнеэоценовые глинистые отложения и по субвертикальным трещинам через вышележащую толщу известняков симферопольского региояруса создавали аналогичную структуру каналов в последней (6, 8; примеры – пещеры Змеиная, Алимова). Выраженные уровни взаимодействия восходящего и латерального потоков находятся в средней и верхней частях толщи известняков симферопольского региояруса (7, 9) и четко идентифицируются соответствующими спелеоформами.

На основе сопряженного анализа характеристик закарстованности и геолого-геоморфологической истории развития региона выделены следующие основные этапы развития полостей: 1) миоцен: формирование инфильтрационной системы и условий моноклиального артезианского склона, заложение гипогенных КПС по сквозьформационным нарушениям; 2) конец миоцена – плиоцен – ранний плейстоцен: раскрытие краевой области питания и артезианского склона, усиление разгрузки в нынешней предгорной области, активизация водообмена и гипогенного спелеогенеза; 3) ранний плейстоцен - голоцен: раскрытие и расчленение слоистой системы межпластовых напорных горизонтов, формирование куэстового рельефа и дренирование эоценовых известняков, переход карстовых систем в реликтовое состояние и их экзогеодинамическое моделирование.

Выполненное впервые для региона датирование разнотипных кальцитовых отложений по соотношениям U/Th методами плазменной и термоионизационной масс-спектрометрии позволило получить временные привязки периодов отложения фреатического кальцита в каналовой системе восходящего источника, начала образования сталагмитов и прекращения их роста, и стало основой для интерпретации гидрогеологических и геоморфологических условий, соответствующих этим событиям (рисунок 3). Возраст фреатического кальцита маркирует время функционирования восходящих карстовых источников в палеоэоценовых известняках при близповерхностном положении КПС и отложения кальцита вследствие падения температуры и давления, а также дегазации. Отложение фреатического кальцита в полостях подразумевает, что днища эрозионных долин, углублением и слиянием которых была впоследствии образована

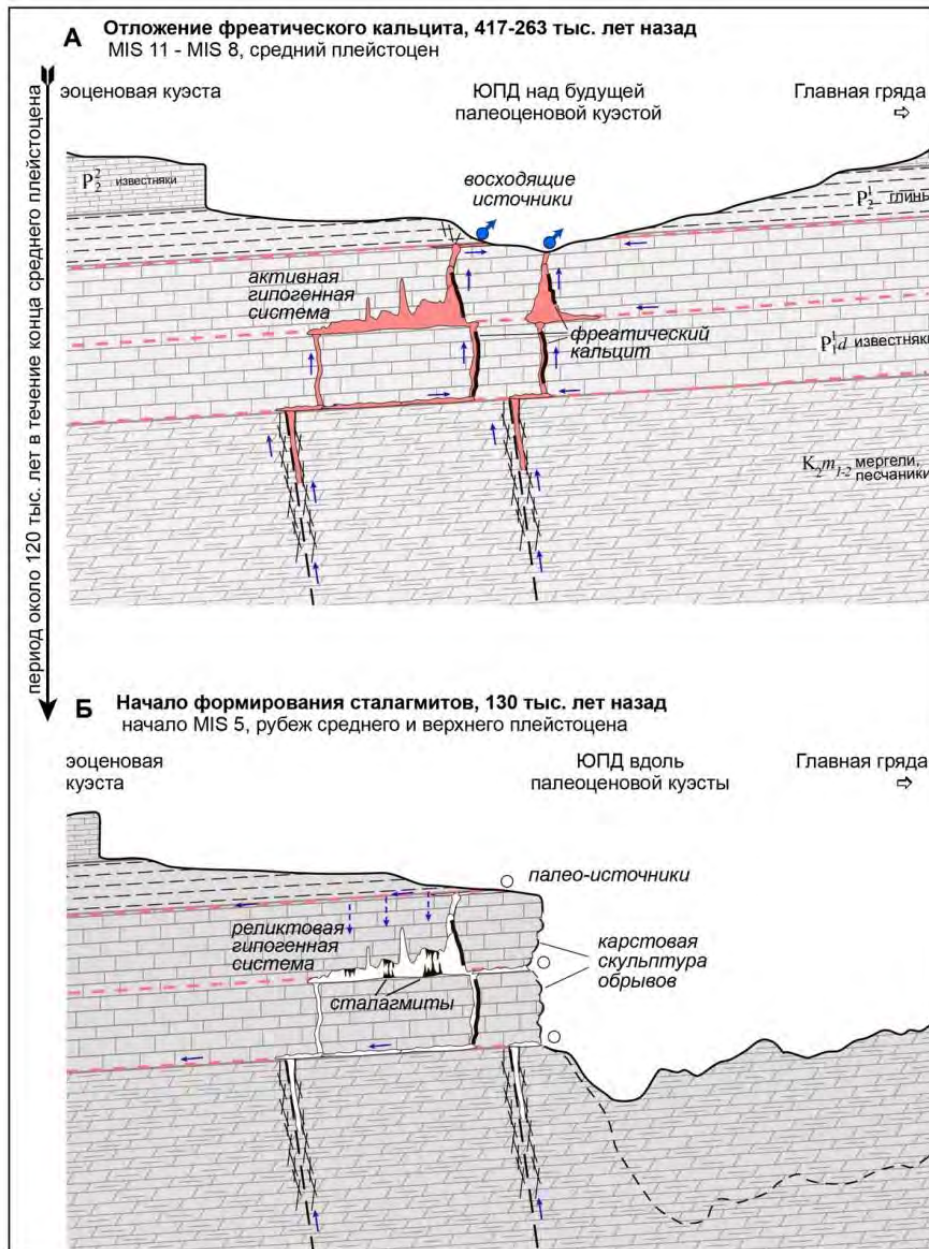


Рисунок 3 - Эволюция Внутренней гряды и Южной продольной депрессии юго-западной части Горного Крыма по спелеохронологическим данным (Определение возраста рельефа и скорости денудации..., 2011)

Южная продольная депрессия, находились выше этих полостей, но уже вскрыли палеоценовые известняки (рисунок 3А). Переход полостей в реликтовое состояние зафиксирован временем начала интенсивного роста сталагмитов в вадозных условиях, определенным по возрасту их оснований. Эти даты могут рассматриваться как минимальный возраст установления условий полного дренирования пещер вследствие обнажения структурного склона куэсты из-под слабопроницаемого покрова и денудационного расчленения известняковой толщи со стороны Южной продольной депрессии (рисунок 3Б).

Результаты исследования привели к пересмотру предшествующих представлений о роли спелеогенеза в геоморфологическом развитии Внутренней гряды. Гипогенный карст является более древним по сравнению с современным рельефом и потому явился важным фактором контроля регионального геоморфогенеза (Взаимоотношения карст – геоморфогенез..., 2012). Разгрузка подземных вод, с её соответствующим вкладом в локализацию и развитие эрозионных форм, определила перехват и сосредоточение поверхностного стока по закарстованным тектоническим нарушениям и линейным зонам повышенной трещиноватости шириной от первых десятков до первых сотен метров. Наличие остатков структур гипогенного спелеогенеза вдоль бортов уже врезанных в известняки долин задаёт механизмы отступления склонов путем отседания блоков по закарстованным трещинам и каналам, контролирует положение и конфигурацию их сегментов. Обилие и номенклатура карстопроявлений определены скульптурной морфологией остающихся в бортах массивов стенок раскрытых трещинно-карстовых каналов. Современная морфология скальных бортов долин отражает степень денудационной переработки их изначальной тектоно-карстовой морфологии.

ВЫВОДЫ

В результате диссертационного исследования решена проблема генезиса карстовых геосистем Внутренней гряды и выявлены связанные с ним причины геоморфологического своеобразия региона. Основными выводами являются следующие:

1. Предшествующие представления о слабом развитии карста в регионе правомерны лишь в отношении эпигенного карста в современных физико-географических и геоморфологических условиях. Результаты комплексных исследований доказывают формирование в недавнем геологическом прошлом гипогенного спелеогенеза и большую роль созданных им каналово-полостных систем в последующем геоморфологическом развитии территории.

2. Свидетельства гипогенного происхождения каналово-полостных систем отражены в их структуре, особенности морфологии и отложений полостей, а также в изотопных изменениях пристеночной зоны. В структуре КПС доминируют

сквозьпластовые и сквозьформационные элементы, обеспечивавшие восходящие перетоки от домеловых толщ к очагам разгрузки на поверхности. Стратиформные элементы КПС связаны с отдельными высокопроницаемыми плоскостями напластования и горизонтами. В морфологии полостей идентифицированы все компоненты комплекса восходящих потоков, включающие мезоформы, отражающие функции питания, транзита и разгрузки вод. Также в морфологии полостей отчетливо выражена большая роль конвективной циркуляции и процессов коррозии смешивания. Специфические формы прибрежных участков и обрывов Внутренней гряды являются реликтами морфологии каналово-полостных систем, раскрытых современными денудационными процессами.

3. Региональная модель спелеогенеза Внутренней гряды устанавливает функциональную связь между отдельными элементами (морфотипами) карстовой каналово-полостной структуры. Гипогенный спелеогенез во Внутренней гряде развивался с миоцена до конца среднего плейстоцена, в закрытых и полужакрытых условиях напорных водоносных систем взаимодействием восходящих потоков жильных трещинно-карстовых глубинных вод с пластовыми потоками слоистой толщи северного моноклиального макросклона Крымских гор.

4. По данным изотопного датирования субаквальных отложений кальцита из карстовых полостей по U/Th соотношениям определено время начала морфоструктурного выражения Юго-западного района палеоценовой куэсты Внутренней гряды - вторая половина-конец среднего плейстоцена. Оно соответствует концу существования гидрогеологической обстановки, в которой могла функционировать система восходящей поперечно-слоистой циркуляции. При дальнейшем раскрытии известняковых толщ определяющим фактором в заложении и формировании долин служит тектоно-карстовый, определяющий геоморфологическое своеобразие и эволюцию бортов раскрытых массивов. Экспонирование карстопроявлений на поверхность осуществляется главными образом гравитационными процессами (провалы кровли камерных полостей и обрушение блоков в обрывистых склонах). В дальнейшей переработке и уничтожении раскрытых полостных форм принимает участие широкий спектр процессов комплексной денудации.

5. Гипогенные каналово-полостные системы во многом контролировали происходящее до настоящего времени расчленение исходной моноклинали Предгорья и формирование куэстового и останцового рельефа Внутренней гряды. Раскрытие пластовой структуры происходит преимущественно по субвертикальным сквозьформационным трещинно-карстовым каналам, что обуславливает формирование крутостенных долин с замкнутыми верховьями, обособление останцовых и полуостанцовых массивов куэст при дальнейшем флювиальном развитии карстовых долин, вертикальность обрывов, а также обширное экспонирование морфологии стен и полостного обрамления таких каналов в обрывах. К формам гипогенно-карстового происхождения относятся пещеры и вскрытые каналово-полостные формы типа гротов и ниш, разнообразные скульптурные поверхности обрывов; к формам карстообусловленного происхождения - долины с мешкообразными верховьями на структурном склоне куэст, вертикальные обрывы долин и куэст, прибровочные кулуары и скальные останцы. Таким образом, широкое развитие гипогенного карста явилось одной из основных предпосылок геоморфологического своеобразия Предгорного Крыма.

СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Статьи в рецензируемых научных изданиях по списку ВАК РФ:

1. Тимохина, Е. И. Реликтовые карстопроявления центральной части предгорья Горного Крыма / Е. И. Тимохина, А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев // Естественные и технические науки. – 2014. – № 6(74). – С. 78-81 (0,25 п.л./0,18 п.л.).

Статьи в научных изданиях, входящих в системы цитирования Web of Science и Scopus, и включенных в рецензируемые научные издания по списку ВАК РФ:

2. Klimchouk, A. B. Speleogenetic effects of interaction between deeply derived fracture-conduit flow and intrastratal matrix flow in hypogene karst settings / A. B. Klimchouk, E. I. Tymokhina, G. N. Amelichev // International Journal of Speleology. – 2012. – Vol. 41, № 2. – P. 161–179 (1,72 п.л./0,5 п.л.).

3. Isotope wallrock alteration associated with hypogene karst of the Crimean Piedmont, Ukraine / Y. V. Dublyansky, A. B. Klimchouk, C. Spotl, E. I. Timokhina, G. N. Amelichev // Chemical Geology. – 2014. – Vol. 377. – P. 31–44 (0,81 п.л./0,16 п.л.).

Статьи в рецензируемых научных изданиях по списку ВАК Украины, признаваемые в качестве публикаций в рецензируемых научных изданиях в РФ согласно Постановлению Российской Федерации от 30.07.2014 г. №723:

4. Климчук, А. Б. Гипогенный карст юго-западной части Предгорного Крыма / А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев, Е. И. Тимохина // Геологический журнал. – 2009. – № 1. –

С. 63–82 (1,47 п.л./0,49 п.л.).

5. Определение возраста рельефа и скорости денудации юго-западной части Внутренней гряды Горного Крыма по карстолого-спелеологическим данным / А. Б. Климчук, **Е. И. Тимохина**, Г. Н. Амеличев, Ю. В. Дублянский, М. Штаубвассер // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия : География. – 2011. – Т. 24 (63), № 3. – С. 55–69 (1,01 п.л./0,2 п.л.).

6. **Тимохина, Е. И.** Геоморфология и спелеогенез крайней юго-западной части эоценовой куэсты Внутренней гряды Горного Крыма / **Е. И. Тимохина**, А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев // Ученые записки Таврического национального университета им. В.И. Вернадского. Сер. География. – 2011. – Том 24 (63), № 3. – С. 165–184 (1,14 п.л./0,38 п.л.).

7. Возраст рельефа Внутренней гряды Горного Крыма по U/Th датировкам кальцитовых отложений карстовых полостей / А. Б. Климчук, **Е. И. Тимохина**, Г. Н. Амеличев, Ю. В. Дублянский, М. Штаубвассер // Доповіді НАН України. – 2012. – № 7. – С. 88–96 (0,55 п.л./0,1 п.л.).

8. **Тимохина, Е. И.** Геоморфогенез аструктурных склонов Внутренней гряды Горного Крыма: роль гипогенного карста в формировании и отступании обрывов / **Е. И. Тимохина**, А.Б. Климчук, Г. Н. Амеличев // Ученые записки Таврического национального университета им. В. И. Вернадского. Серия : География. – 2012. – Т. 25 (64), № 2. – С.100–120 (1,31 п.л./0,4 п.л.).

Научные монографии:

9. Гипогенный карст Предгорного Крыма и его геоморфологическая роль / А. Б. Климчук, **Е. И. Тимохина**, Г. Н. Амеличев, Ю.В. Дублянский, К. Шпётль. – Симферополь : ДИАЙПИ, 2013. – 204 с. (23,72 п.л./14,82 п.л.).

Статьи в других научных изданиях:

10. Климчук, А. Б. Спелеогенез в понтических известняках Одессы / А. Б. Климчук, К. К. Пронин, **Е. И. Тимохина** // Спелеология и карстология. – 2010. – № 5. – С. 76–93 (1,93 п.л./0,2 п.л.).

11. Амеличев, Г. Н. Спелеогенез в меловых и эоценовых отложениях долин рек Зуя и Бурульча (восточная часть Предгорного Крыма) / Г. Н. Амеличев, А. Б. Климчук, **Е. И. Тимохина** // Спелеология и карстологии. – № 7. – 2011. – С. 52–64 (1,03 п.л./0,25 п.л.).

12. Климчук, А. Б. Морфогенетический анализ пещеры Таврская (Внутренняя гряда Предгорного Крыма) / А. Б. Климчук, **Е. И. Тимохина** // Спелеология и карстология. – 2011. – № 6. – С. 36–52 (1,49 п.л./0,7 п.л.).

13. Гипогенный карст восточной части Внутренней гряды Предгорного Крыма / А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев, **Е. И. Тимохина**, С. В. Токарев // Спелеология и карстология. – 2012. – № 8. – С. 18–49 (2,09 п.л./0,6 п.л.).

14. Изменение изотопного состава пород в пристеночных зонах гипогенных карстовых каналов Предгорного Крыма / Ю. В. Дублянский, А. Б. Климчук, **Е. И. Тимохина**, Г. Н. Амеличев, К. Шпётль // Спелеология и карстология. – 2013. – № 10. – С. 58–75 (1,47 п.л./0,28 п.л.).

15. Тищенко, А. И. К минералогии карстовых полостей Предгорного Крыма: монтмориллонит в гротах Качи-Кальона / А. И. Тищенко, **Е. И. Тимохина** // Спелеология и карстология. – 2013. – № 10. – С. 52–57 (0,58 п.л./0,1 п.л.).

16. **Тимохина, Е. И.** Морфогенез гротов со сквозными отверстиями (Внутренняя гряда Горного Крыма) / **Е. И. Тимохина**, А. Б. Климчук // Геополитика и экогеодинамика регионов. – 2014. – Том 10, № 1. – С. 889–897 (0,58 п.л./0,4 п.л.).

Тезисы докладов, материалы конференций:

17. Гипогенный карст юго-западной части Предгорного Крыма / А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев, **Е. И. Тимохина**, Е. А. Лукьяненко // Крымские карстовые чтения : путеводитель полевой экскурсии междунар. конф., 13 апр. 2008 г. – Симферополь : Укр. Ин-т спелеологии и карстологии, 2008. – 23 с. (0,59 п.л./0,28 п.л.).

18. Климчук, А. Б. Гипогенный спелеогенез западной части Предгорного Крыма и его значение для понимания карстообразования в Равнинном Крыму / А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев, **Е. И. Тимохина** // Состояние и проблемы карстолого-спелеологических исследований : междунар. конф. (Симферополь, 11-13 апреля 2008 г.) : тезисы докл. – Симферополь : Укр. Ин-т спелеологии и карстологии, 2008. – С. 15–17 (0,18 п.л./0,08 п.л.).

19. Климчук, А. Б. Геология, геоморфология и карст западной части Предгорного Крыма / А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев, **Е. И. Тимохина** // Ландшафтное разнообразие. Крым 2010 : путеводитель билатерального польско-украинского научно-практического полевого семинара, 17-24 сентября 2010 г. / [под общей редакцией Позаченюк Е. А.]. – Симферополь, 2010. – С. 24–48 (1,5 п.л./0,5 п.л.).

20. **Тимохина, Е. И.** Спелеогенетический анализ пещеры Таврская как ключ к реинтерпретации эволюции карста Предгорного Крыма / **Е. И. Тимохина** // Материалы Международного молодежного научного форума «Ломоносов-2011» / Отв. ред. А. И. Андреев, А. В. Андриянов, Е. А. Антипов, М. В. Чистякова. [Электронный ресурс]. – М. : МАКС Пресс, 2011. – 1 электрон. опт. диск (CD-ROM) : зв., цв. ; 12 см. (0,09 п.л.).

21. Взаимоотношения карст – геоморфогенез в свете новых концепций карстологии / А. Б. Климчук, Б. А. Вахрушев, Г. Н. Амеличев, **Е. И. Тимохина** // Україна: географія цілей та можливостей : зб. наукових праць XI з'їзду Українського географічного товариства. – Київ : ФОП «Лисенко М. М.», 2012. – Т. 1. – С. 134–138 (0,52 п.л./0,13 п.л.).

22. Геоморфология и палеогеография гипогенного карста в долине р. Биюк-Карасу (Предгорный Крым) / Г. Н. Амеличев, А. Б. Климчук, **Е. И. Тимохина**, С. В. Токарев // Проблеми геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій : зб. наук. пр. (Ворохта, 6-9 вересня 2012). – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2012. – С. 94–103 (0,29 п.л./0,1 п.л.).

23. **Тимохина, Е. И.** Концептуальная генетическая модель карстовых систем Внутренней гряды Горного Крыма / **Е.И. Тимохина**, А. Б. Климчук / Географические и геоэкологические исследования в Украине и сопредельных территориях : Тезисы докладов Всеукраинской научной конференции с международным участием студентов, аспирантов и молодых ученых (Симферополь, 4-8 апреля 2012 года). – Симферополь, 2012. – С. 49–50 (0,16 п.л./0,1 п.л.).

24. **Тимохина, Е. И.** Карстогенез Внутренней гряды Горного Крыма / **Е. И. Тимохина**, А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев // Україна: географія цілей та можливостей : зб. наукових праць XI з'їзду Українського географічного товариства. – Київ : ФОП «Лисенко М. М.», 2012. – Т. 1. – С. 324–327 (0,29 п.л./0,15 п.л.).

25. **Тимохина, Е. И.** Ключевые вопросы карстогенеза Внутренней гряды Горного Крыма / **Е. И. Тимохина**, А. Б. Климчук, Г. Н. Амеличев / Проблемы геоморфології і палеогеографії Українських Карпат і прилеглих територій : Збірник наукових праць (Ворохта, 6-9 вересня 2012). – Львів : Видавничий центр ЛНУ ім. І. Франка, 2012. – С. 365–374 (0,39 п.л./0,13 п.л.).
26. Klimchouk, A. B. Hypogenic Speleogenesis in the Piedmont Crimea Range / A. B. Klimchouk, **Е. I. Tymokhina**, G. N. Amelichev / Proceedings of 15th International Congress of Speleology (Kerrville, Texas, USA, July 19-26 2009). – USA : Greyhound Press, 2009a. – Vol. 2. – P. 906 (0,08 п.л./0,03 п.л.).
27. Klimchouk, A. B. Hypogene Speleogenesis in the Piedmont Crimea Range / A. B. Klimchouk, **Е. I. Tymokhina**, G. N. Amelichev // Hypogene Speleogenesis and Karst Hydrogeology of Artesian Basins : Special Paper. – Simferopol : Ukrainian Institute of Speleology and Karstology, 2009b. – P. 159–171 (1,15 п.л./0,38 п.л.).
28. **Tymokhina, Y.** Hypogene origin of caves in the Piedmont Crimean Range / **Y. Tymokhina**, A. Klimchouk // 18th International Karstological School «Classical karst» : Abstracts. – Postojna, 2010. – P. 67–68 (0,08 п.л./0,04 п.л.).
29. Isotopic indications of water-rock interaction in the hypogene Tavrskaya cave, Crimea, Ukraine / Y. Dublyansky, A. Klimchouk, **Е. Timokhina**, C. Spötl // Geophysical Research Abstracts. – 2011. – № 13. – P. 1 (0,1 п.л./0,04 п.л.).
30. Klimchouk, A. B. Regional features of hypogene speleogenesis in the Prichernomorsky artesian basin North Black Sea region / A. B. Klimchouk, **Е. I. Timokhina**, G. N. Amelichev // Proceedings of the 2011 International Conference on Karst Hydrogeology and Ecosystems. – USA, 2011. – P. 96–97 (0,04 п.л./0,01 п.л.).
31. Klimchouk, A. B. Hypogene Speleogenesis in the Cenozoic Carbonates of the Prichernomorsky Artesian Basin (North Black Sea Region) / A. B. Klimchouk, **Е. I. Timokhina**, G. N. Amelichev // 3rd Middle-East Speleology Symposium (MESS3), September 23-25, 2011 : Proceedings. – Zouk Mikael–Lebanon : Holy Spirit University of Kaslik, 2011. – P. 38 (0,33 п.л./0,1 п.л.).
32. Isotopically altered wallrock of the hypogene conduits in the Crimean Piedmont, Ukraine / A. Klimchouk, Y. Dublyansky, **Е. Tymokhina**, Ch. Spötl // Proceedings of the International Symposium on Hierarchical Flow Systems in Karst Regions, 4-7 September 2013, Budapest, Hungary. – Budapest, 2013. – P. 95 (0,07 п.л./0,02 п.л.).
33. Hypogenic speleogenesis in the Crimean fore-mountains (the Black sea region, South Ukraine) and its role in the regional geomorphology / A. B. Klimchouk, G. N. Amelichev, **Е. I. Tymokhina**, S. V. Tokarev // Proceedings of 16th International Congress of Speleology (Brno, Czech Republic, July 21-28 2013). – Praha : H.R.G. spol. s r.o., 2013. – Vol. 3. – P. 364–365 (0,17 п.л./0,04 п.л.).

Тимохина Елизавета Игоревна

**СПЕЛЕОГЕНЕЗ ВНУТРЕННЕЙ ГРЯДЫ ГОРНОГО КРЫМА
И ЕГО ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ**

АВТОРЕФЕРАТ

диссертации на соискание учёной степени
кандидата географических наук

Подписано в печать _____. Формат 60×90/16.

Усл. печ. л. 1,37. Уч.-изд. л. 1,0.

Тираж 100 экз. Заказ № ____.
