

**Отзыв официального оппонента
на диссертационную работу Е.И. Тимохиной
«Спелеогенез Внутренней гряды Горного Крыма
и его геоморфологическое значение»**

представленную на соискание ученой степени
кандидата географических наук по специальности 25.00.25 –
«геоморфология и эволюционная география»

Актуальность темы диссертации. Интерпретация различных карстопроявлений и выявление генезиса карста всегда являлись наиболее сложными, в некоторых случаях даже нерешенными вопросами. Актуальность поставленной темы состоит также в правильном определении роли спелеогенеза в геоморфологическом своеобразии ландшафтов, на основе которого в дальнейшем выполняется прогнозирование опасных геологических процессов. Разработка новых методов анализа морфологии специфических карстовых форм, рассмотренных автором в данной работе, может дать существенный толчок к расширению представлений о спелеогенезе карстовых районов со сходными геологическими и гидрогеологическими характеристиками.

Новизна проведенного в работе исследования состоит в установлении гипогенного происхождения всех значительных карстовых пещер Внутренней гряды Горного Крыма, а также заключается в определении времени геоморфологического раскрытия гипогенных каналово-полостных систем и формирования палеоценовой куэсты в юго-западной части гряды. Установление явления изменения изотопного состава пород, вмещающих карстовые полости, также может быть использовано для генетической идентификации полостей.

Для того чтобы сделать эти и другие выводы, автором был выполнен большой объем личных полевых исследований. Поражает общая площадь территории исследования, которая составила 197 км², и протяженность обследованных обнажений составляющая 110 км. Всего в работе был проведен анализ 96 карстовых полостей и более 300 гротов и ниш. Такое количество материала является основой для различных исследований, на которых строятся главные выводы и гипотезы. Пробы пещерных отложений и вмещающих пород, отобранные автором во время полевых работ, были исследованы разнообразным комплексом методов (литолого-фациальным, электронно-зондовым, изотопно-геохимическим, минералогическим, термоионизационной масс-спектрометрии).

Первый раздел «История изучения карста Предгорного Крыма» состоит из двух подразделов: «Основные этапы изучения и освоения карстовых полостей» и «Состояние проблемы генезиса карстопроявлений». В *первом подразделе* приведены сведения по карсту региона, полученные автором лично и на основе имеющейся опубликованной научной литературы. Во *втором подразделе* охарактеризованы дискуссионные аспекты генетических трактовок морфологии карстовых форм рассматриваемого региона, таких как тафони, кулуары, каменные «сфинксы», мешкообразные замыкания долин и другие своеобразные скульптурные морфологические элементы Внутренней гряды.

В своем исследовании автор показал, что проблемы генетической интерпретации морфологии карстовых форм не могут быть решены с помощью предшествующих генетических концепций, и сделал вывод, что необходимо применить принципиально новый подход к изучению спелеогенеза Внутренней гряды.

Проведя анализ построенной в исследовании теории, создается впечатление, что изначально существовала рабочая гипотеза, для подтверждения которой автор приводил нужные доказательства, хотя научный анализ должен строиться сначала на полученных в исследовании фактах, на основе которых автор в дальнейшем разрабатывает гипотезу спелеогенеза.

Во втором разделе приводятся теоретико-методологические аспекты изучения спелеогенеза. Данная часть работы, как и предыдущая, состоит из нескольких подразделов.

В *первом подразделе* рассмотрены существующие современные представления об основных генетических типах спелеогенеза.

Во *втором* расписана методология и методика морфологического анализа, геологического картирования, топоъемки пещер, опробования, минералогического и химического анализов, использованные в процессе исследования.

В третьем разделе автор рассмотрел и проанализировал основные условия и факторы развития карста Внутренней гряды Горного Крыма.

Проведя обзор данного раздела хотелось бы отметить, что диссертант использовал не только литературные источники и уже существующие методики, но и проводил дополнительные изыскания, составив комплект картографического материала, что внесло существенный вклад в формирование основных положений работы.

Четвертый раздел посвящен характеристике и спелеогенетическому анализу карстовых полостей Внутренней гряды Горного Крыма.

В *первом подразделе* автор приводит данные морфогенетического анализа 5 крупных карстовых полостей. На основе этого исследования автор делает вывод, что все полости могут уверенно классифицироваться как полости гипогенного генезиса, сформированные в результате восходящего от нижних горизонтов к верхним перетока воды.

На странице 79 автор делает следующие выводы: «Пещеры, вскрытые в обрывах куэст, имеют уклон вглубь массивов согласно с падением пород и уклоном поверхностей куэст. Соответственно они не обладают и не могли обладать в прошлом водосборами для формирования эпигенных пещерных водоносных систем, разгружающихся к обрывам». Но если провести анализ приведенных рисунков исследуемых пещер, а именно разрезов пещер Беш-Кош-3 и Мангупская-1, мы обнаружим общий наклон пещеры от дальней части к обрыву куэсты, что не согласуется с представлениями об их гипогенном происхождении.

Во *втором подразделе*, имеющем название «Карстопроявления в обрывах куэст как элементы реликтовых гипогенных карстовых каналово-полостных систем» диссертантом были рассмотрены специфические формы карстового рельефа. Выполненный автором морфогенетический анализ форм доказывает их гипогенное происхождение. К сожалению, автором не было выполнено химическое и минералого-петрографическое исследование тафони, что не позволило получить дополнительное подтверждение об их связи с гипогенными процессами. Заявленные в разделе процессы метасоматоза ничем не подтверждены. Утяжеление изотопного состава углерода может говорить об эпигенетической перекристаллизации и частичном выщелачивании. Рис. И.11 в приложении показывает места отбора проб образцов тафони, но изотопных профилей этих срезов нет ни в приложении, ни в тексте.

Зафиксированы также несоответствия между приведенными табличными, графическими и текстовыми данными. Так на странице 89 написано следующее: «Изотопные характеристики материала прочного каркаса выраженных тафони в датских известняках дают компактное поле значений на диаграмме $\delta^{13}\text{C}/\delta^{18}\text{O}$, существенно обособленное от неизменной породы этой местности в сторону утяжеления по углероду (на 3,5-4,0 ‰) и кислороду (на 2,5-3,0 ‰)». Но на приведенном к тексту графике (рис. 5.2 на странице 137) мы видим изменения состава тафони в сторону утяжеления по углероду всего на 0,6-0,8 ‰. В таблице 5.3 (стр. 135) показано, что образец «тафони» не изменяется относительно неизменной породы, но на графике изменения состава тафони (рис. 5.2 на стр. 137) кислород утяжеляется (на 2,5-3,0 ‰).

Таким образом, изотопные данные свидетельствуют об эпигенетической природе тафони, но связь с гипогенными процессами из-за недостаточной химической и минералого-петрографической характеристики материала представляется не убедительной. Такие же последствия могли вызвать перекристаллизация и частичное выщелачивание растворами любой природы.

Анализируя данный раздел можно сказать о том, что его структура довольно неудобна, так как выводы, приведенные в четвертом разделе вытекают из фактов следующего за ним, пятого раздела, а весь фактический материал представлен в приложении.

В *третьем и четвертом подразделах* автор показал литостратиграфическую приуроченность и географическое распространение рассмотренных выше форм гипогенного карста.

Пятый раздел посвящен анализу вторичных отложений полостей и пристеночных изменений породы для палеогеографических реконструкций.

В *первом подразделе* диссертантом рассмотрены основные типы отложений и их распространение.

Во *втором подразделе* приводится характеристика связываемого с гипогенным спелеогенезом коричневого кальцита, а также включенных в него доломита, стронцианита и барита. Поскольку вмещающие неизменные породы не были исследованы как геохимически, так и минералогически на присутствие стронциевой, бариевой и магниевой минерализации, явление привноса вещества глубинными флюидами представляется не доказанным.

В *третьем подразделе* приводятся данные по датированию кальцита методами абсолютной геохронологии. Выполненное впервые для региона абсолютное датирование различных типов кальцитовых отложений пещер юго-западной части Внутренней гряды по U/Th соотношениям позволило диссертанту получить возрастную привязку периода завершения гипогенного развития карстовых систем, что является важной и новой информацией.

В *четвертом подразделе* автором был рассмотрен газовый состав флюидных включений во вторичном кальците, найденном в исследуемых полостях. Автором использована весьма оригинальная методика генетической разбраковки флюидных включений разработанная Д. Норманом с соавторами (1999). К сожалению, в работе не приводятся табличные данные о газовом составе включений, а на рис. Ж.3 и Ж.4 не только нет условных обозначений, но и происходит противопоставление фреатических спелеотем и жильного кальцита. Однако из рисунков видно, что в формировании исследуемых пещер участвовали растворы различного происхождения, а сам ключевой объект – пещера Таврская

на каком-то этапе спелеогенеза явно была связана с влиянием атмосферных вод.

В пятом подразделе представлены данные изотопного состава углерода и кислорода породы в пристеночной зоне карстовых каналов.

Проведенный изотопный анализ керна, отобранного в пристеночной зоне пещер, позволил отследить изменения и преобразования по сравнению с неизменной вмещающей породой, которые проявились в облегчении по углероду и кислороду. Наибольшее облегчение произошло в ближней зоне к стене карстовой полости (основание керна). Такое изменение пород диссертант интерпретирует как изотопный обмен между породой и водами, когда-то мигрировавшими по карстовым каналам. На рис. 5.2 выделено несколько трендов, однако интерпретация полученных данных делается в тексте однобоко, и общий вывод, сделанный диссертантом, касается только тренда 1. Аномальный образец (Т1), который выпадает из общего тренда 1 (изменение Т2 и Т3, LC и Besh), характеризуется более легким составом кислорода и более тяжелым углеродом в пристеночной области по сравнению с вмещающей неизменной породой (на рис. 5.2 это тренд 2, а в тексте он обозначен как тренд 3, стр. 138). Эти данные диссертант лишь приводит, но не объясняет причину подобной аномалии. Тем не менее, эти данные могут говорить о влиянии более изотопно-легких атмосферных вод на вмещающие породы и отражением преобразования стен в более позднюю вадозную стадию развития карстовой полости, когда в пещере уже присутствовали натечно-капельные формы (сталагмиты и сталактиты). Для того чтобы показать более детальную картину изменения пород и переотложения кальцита в карстовых полостях, на рис. 5.2 можно было привести изотопный состав датированных сталагмитов.

Шестой раздел диссертации посвящен разработке концептуальной модели и рассмотрению роли спелеогенеза в геоморфогенезе Внутренней гряды Горного Крыма.

На основе сопряженного анализа характеристик закарстованности и геолого-геоморфологической истории развития региона, автор впервые для данной территории выделил этапы развития карстовых полостей Внутренней гряды.

Общие замечания, имеющие к работе.

Как уже было указано, общая структура работы довольно неудобна и нечетка. К выводам в разделах необходимо представлять графику, а она вся вынесена в приложения в конце диссертации. Также были найдены различные несоответствия в рисунках и тексте работы (страницы 89, 137, 138, 241).

Анализ обоснованности защищаемых положений.

Несмотря на высказанные замечания, все три положения диссертации представляются доказанными, достаточно обоснованными и вполне корректно сформулированными.

Основные достоинства работы заключаются в следующем.

1. Диссертантом впервые показано широкое развитие гипогенного карста, что является одной из основных предпосылок геоморфологического своеобразия Предгорного Крыма.

2. Автор обосновал, что гипогенные каналово-полостные системы во многом контролировали происходящее до настоящего времени расчленение исходной моноклинали Предгорья и формирование куэстового и останцового рельефа Внутренней гряды.

3. Диссертантом была впервые разработана функционально-генетическая модель карстовых гипогенных каналово-полостных систем (КПС) и выявлены основные этапы эволюции карста региона.

По теме данной работы у автора имеется достаточное количество публикаций, в том 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, 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, в которых были раскрыты все защищаемые положения. Автореферат соответствует содержанию диссертации. Содержание работы отвечает паспорту специальности 25.00.25, пункту № 1 «Общая теория геоморфологии», пункту № 2 «Структурная геоморфология и морфоструктурный анализ» и пункту № 32 «Региональный палеогеографический анализ».

Общая оценка диссертационной работы.

Диссертация Е.И. Тимохиной представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, включающую обобщение огромного количества полевых материалов, что позволило диссертанту решить актуальную проблему – выявление генезиса и структуры карстовых геосистем Внутренней гряды Горного Крыма, а также способствовало определению роли спелеогенеза в геоморфологическом развитии региона.

Полученные автором результаты можно квалифицировать как научное достижение, которое внесет существенный вклад в изучении геоморфологического развития региона. Практическая значимость диссертации состоит в под-

готовке новой, современной основы для прогноза ряда опасных геологических процессов, для интерпретации карстопроявлений в районах со сходными геологическими и гидрогеологическими характеристиками.

По своему содержанию, кругу рассмотренных вопросов и глубине их проработки диссертация Елизаветы Игоревны Тимохиной «Спелеогенез внутренней гряды Горного Крыма и его геоморфологическое значение» отвечает требованиям, предъявляемым ВАК к кандидатским диссертациям, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 25.00.25 – «геоморфология и эволюционная география».

Старший научный сотрудник лаборатории геологии месторождений полезных ископаемых ГИ УрО РАН,
к.г.н.

О.И. Кадебская

Подпись О.И. Кадебской заверяю.

Специалист по кадрам ГИ УрО РАН

Л.А. Еремина



Страховое свидетельство: 071-676-029-70

ИНН: 591700175601

Паспорт: 57-01 № 800557, выдан Яйвинским отделением милиции Александровского ОВД 09.04.2002 г.

Домашний адрес: 614002, г. Пермь, ул. Беллинского, д. 31, кв. 219

Рабочий адрес: 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, д. 78-а

телефон: +7 902 478 69 61

E-mail: icecave@bk.ru