

Отзыв официального оппонента

на диссертацию Булычова Анатолия Александровича
на тему «Морфология пещер в слабокарстующихся породах Алтае-Саянской горной области» по специальности 1.6.14 Геоморфология и палеогеография,

представленную на соискание ученой степени кандидата географических наук, выполненную в лаборатории литогеодинимики осадочных бассейнов ФГБУ науки «Институт геологии и минералогии им. В.С.Соболева Сибирского отделения Российской академии наук». Научный руководитель доктор геолого-минералогических наук Новиков Игорь Станиславович.

Диссертация Булычова А.А. посвящена изучению особенностей строения и причин формирования пещер в слабокарстующихся породах Алтае-Саянской горной области. Работа основана на многолетних исследованиях автора в крупных пещерных системах неясного генезиса, таких как самая крупная в мире пещера в конгломератах Большая Орешная (протяженность пещерных галерей более 50 км) и пещера Баджейская (более 10 км).

Автор считает, что геоморфологи мало внимания уделяют изучению карста, в то же время имеется обширная современная информация о строении пещер (как карстовых, так и некарстовых), которая сочетается с их слабой изученностью при большой широте распространения и по многогранному воздействию на многие процессы рельефообразования, и что это подтверждает актуальность темы его работы.

Поэтому автор поставил себе целью выявить особенности морфологии и, основываясь на этом, разработать модели происхождения крупных пещер в слабокарстующихся породах Алтае-Саянской горной области. При этом автор базируется, в основном, на данных собственных исследований.

В задачи исследования входило: 1) провести сравнение структуры пещер в слабокарстующихся породах и типично карстовых полостей и выявить их схожесть и различие; 2) провести анализ данных по геологии изучаемых районов и данных, полученных в результате собственных исследований претендента, литературных материалов и отчетов спелеологических экспедиций; 3) выявить роль трещиноватости и аргиллизации при образовании крупных полостей в слабокарстующихся породах; 4) проследить связь морфологии пещер с разрывными нарушениями массивов слабокарстующихся пород Алтае-Саянской горной области; 5) разработать модель происхождения пещер в слабокарстующихся породах, что позволит сформулировать поисковые характеристики, позволяющие искать продолжение в известных полостях и находить новые пещеры в Алтае-Саянской горной области.

Автор считает **научной новизной** следующие результаты своих исследования: 1) открытие новых участков в пещерных системах, которые значительно увеличили суммарную протяженность их галерей; 2) применение инструментальной подземной топосъемки в пещерах и использование новейших компьютерных программ для картографирования с целью выявления разрывных нарушений в полостях; 3) выявление влияния тектонических движений на спелеогенез в слабокарстующихся породах; 4) выявление крупных полостей, не имеющих прямой связи с поверхностью; 5) обнаружение признаков аргиллизации в зонах разрывных нарушений в слабокарстующихся горных породах.

Теоретическая и практическая значимость исследования. Автором предложен новый взгляд на образование крупных полостей в конгломератах и мраморизованных известняках. Новый подход в изучении спелеогенеза в слабокарстующихся породах позволил осуществить открытия новых значительных по размерам продолжений в известных пещерных системах, что дало, по мнению автора, толчок краеведческому и спортивному туризму региона, видимо, подразумевая, что протяженные и довольно легкодоступные пещеры становятся объектом притяжения для туристов. По мнению

автора, наличие имеющихся и выявленных значительных по размеру и объёму полостей, расположенные в земных недрах на некарстовых территориях, должны учитываться при инженерных изысканиях в будущем. Претендент также считает, что процессы аргиллизации, следы которых были выявлены им в пещерах, могут быть сопряжены с некоторыми полезными ископаемыми.

Методы исследования: разрывные нарушения внутри пещер находили по протяженным линейным структурам, выявленным при помощи топосъемки, проведённой в пещерах. На поверхности выполнялось структурно-тектоническое профилирование, анализ космоснимков районов и дешифрирование аэрофотоснимков. Для определения химического и минералогического состава пород был применен рентгенофазовый анализ, анализ шлифов образцов, элементный состав определялся на рентгенофлуоресцентном анализаторе, водородный показатель в пробах раствора определялся автономным рН-метром. Для обнаружения купольного завершения полостей, не достигающих до поверхности земли, был применен сейсмо-электрический метод, а для выявления купольных структур внутри пещер использовалась техника восхождения.

Защищаемые положения:

1. Морфология пещер, развитых в слабокарстовых породах, характеризуется решётчато-коробчатой геометрией, что определяется системой трещиноватости вдоль разрывных нарушений малых амплитуд. Основные направления ходов выстраиваются не в субгоризонтальные, а в восходящие (часто купольно-тупиковые) субвертикальные плоскости.

2. Основным признаком формирования полостей в слабокарстовых породах является их предопределенность зонами разрывов малой ширины и большой протяженности, по которым по латерали, вверх и вглубь развивается спелеогенез, в связи с чем, предложен метод прогноза новых полостей, основанный на поиске продолжения полостей вдоль зон разрывов.

3. Образование крупных полостей в слабокарстовых породах заключается в том, что вдоль зон разрывных нарушений малых амплитуд смещения происходил процесс аргиллизации с последующим выносом глинистой компоненты грунтовыми водами, что объясняет решетчато-коробчатую морфологию пещер. Выделено 3 этапа: а) формирование зон дробления, б) проработка субстрата зон разрывов растворами (аргиллизация) с образованием аргиллизированных пород, в) частичный вынос аргиллизитов грунтовыми водами в сторону разгрузки пещер, в процессе чего формируются объёмные полости.

Работа состоит из введения, 4 глав, заключения, списка литературы (202 наименования: 117 – на русском языке и 85 – на английском), заключения и 3 приложений. Защищаемые положения рассматриваются в главах 2-4. В работе много иллюстраций, в том числе фотографий из пещер и их объёмных изображений (видов сбоку на объёмный лабиринт), которые иногда неправильно называются разрезами.

Положения о трещинных системах, разработанные автором, были подтверждены натурными исследованиями (вернее, сначала были выявлены в пещерах, а впоследствии под них была предпринята попытка подвести научную базу), что выразилось в обнаружении новых обширных продолжений в хорошо известных пещерных системах (пещера Большая Орешная), так и в обнаружении новых продолжений в недавно вскрытых полостях (пещера Дудинская, имеет ныне протяженность галерей около 40 км).

Поскольку предоставленная диссертация посвящена изучению особенностей строения и условий формирования пещер в слабокарстовых породах, это подтверждает соответствие диссертации паспорту специальности (в частности, пунктам: 15. Методы геоморфологических исследований и геоморфологическое картографирование; 16. Проблемы региональной геоморфологии и палеогеографии; 17. Общие закономерности и региональные особенности истории формирования современной ландшафтной оболочки Земли).

В списке публикаций автора содержится 25 наименований. Основные научные результаты диссертации опубликованы в 2 рецензируемых научных изданиях, рекомендованных ВАК. Результаты, представленные в публикациях, полностью соответствуют данным, приведенным в диссертации и автореферате.

Поскольку автору удалось применить на практике результаты своих исследований, что выразилось в обнаружении продолжений в известных пещерах, это говорит о том, что возможности формирования крупных пещерных систем не ограничиваются только чисто карстовыми территориями. Они могут быть также обнаружены в регионах, где, по имеющимся представлениям, не только крупных, вообще никаких пещер быть не должно. Это означает, что строительные организации должны иметь ввиду, что подземные полости могут встретиться не только в карстовых районах. Однако, проблема состоит в том, что в настоящее время отсутствуют какие-либо методы (в том числе и геофизические), которые могли бы предсказать наличие крупных пустот в земной коре. Это было наглядно показано в работе, когда геофизические исследования помогли обнаружить полость лишь в исключительном единичном случае. Не помогают и исследования трещиноватости на поверхности, поскольку она далеко не всегда совпадает с системами трещин, по которым развиты полости.

К достоинствам работы можно отнести:

Автор базируется на своих собственных эмпирических исследованиях, которые он проводил в исследуемых пещерах десятки лет. Предложенный им метод поиска продолжений в хорошо изученных и много лет известных лабиринтовых пещерах показал свою работоспособность и эффективность. В результате его работ и работ его последователей были найдены и продолжают находиться новые неизвестные ранее участки в хорошо известной и единственной в мире самой большой лабиринтовой пещере в конгломератах – пещере Большой Орешной. Это позволяет в более полном объеме представить структуру этого очень сложного объемного лабиринта. Мало того, на основе опыта своих исследований и, используя методику, разработанную и примененную претендентом, ему и его последователям удалось всего несколько лет назад найти продолжения в пещере Дудинской, суммарная протяженность ходов которой уже превысила 40 км. Таким образом, автором была предложена методика, применение которой позволило открыть новые значительные по размерам участки в знаменитых географических объектах, которые ранее не были известны. Полученные данные позволяют по-новому взглянуть на строение и структуру, как конкретных лабиринтовых полостей, так и их групп, что дает возможность проводить анализ их строения на более полном материале.

Надо отметить, что после предзащиты, которая прошла в ИГРАН в октябре 2024 г. автор серьезно доработал свою работу в соответствии с полученными рекомендациями.

Открытие автора заключается в том, что ему удалось показать, что различные участки внутри исследуемых им пещерных систем могут быть связаны обширными вертикальными каналами (расширенные трещины или колодцы, развитые по этим трещинам). Как происходило расширение таких трещин, то ли под действием карстовых процессов, то ли просто тектоническим раскрытием трещин, в данном случае не имеет большого значения. А это означает, что сложные лабиринтовые пещерные системы, вне зависимости от того, являются они чисто карстовыми (или карстово-тектоническими или сформированы восходящими растворами) формируют несколько уровней галерей, связанных вертикальными трещинами или колодцами. При этом уровни внутри пещерных систем не всегда означают этажность, поскольку могут быть наклонными, но, скорее всего, относятся к разному времени формирования и даже, возможно, сформированы несколькими другими процессами в отличных климатических и тектонических обстановках.

Заслуживает внимания и попытка применения геофизических методов для обнаружения полостей под поверхностью земли. В действительности, геофизические методы пока не в состоянии предсказать положение полостей под землей. Не зря в работе

приведен лишь один пример успешного применения геофизических методов. И даже выявленная другим методом трещина близ пещерной системы не позволила расширить размеры пещеры. Это говорит о неоднозначной связи поверхностных и подземных структур.

К недостаткам работы можно отнести (не акцентируя внимания на ненужном жаргоне, пропущенных словах и грамматических ошибках в тексте):

Автором выявлена приуроченность пещерных галерей к трещинам и разломам, что, впрочем, было известно и раньше и вообще типично для карстовых полостей.

Проводя свою работу по выявлению трещин, автор неизбежно упрощает структуру очень сложных объемных пещерных лабиринтов, что приводит его к выводу о решётчатокоробчатой геометрии в их структуре, хотя в действительности такая структура в них отсутствует. Вывод о решётчатокоробчатой геометрии пришел как из упрощения структуры объемных лабиринтов, так и из опыта автора при восхождении по вертикальным щелям в пещерах, что как бы намекало на подобную структуру изучаемых полостей. Однако при упрощении были явно потеряны трещины других направлений, а также плоскости, в которые эти трещины упираются, часто не распространяясь глубже. Поэтому упрощение играло на руку идеи о разломах и оперяющих их трещинах растяжения, но, отбрасывало другие трещины и возможные интерпретации. Поэтому автор и заикливается на решётчатокоробчатой геометрии каналов, хотя в действительности все, вероятно, намного сложнее, и похоже, что руководящие трещины и разломы, по которым развиваются основные галереи исследуемых пещер, являются внутриблоковыми, почему они в своем большинстве не проявляются на поверхности. Однако, это уже область серьезной тектоники, в которую автор специально не углублялся.

Также нам кажется, что автор заиклился на аргиллизации, как основном механизме развития полостей в конгломератах, хотя явно в этих пещерах имеются следы активности чисто карстовых процессов, о чем упоминают предшественники (Р.А. Цыкин), да и сам автор, называя породы слабокарстующимися. Понятно, что карстовый процесс в этих пещерных системах не может не развиваться там, где присутствуют разбитые трещинами растворимые горные породы и имеются водные потоки (или конденсирующаяся влага). Другое дело, что во многих частях пещерной системы этот процесс не является основным, но его присутствие неизбежно. Это очень хорошо видно по сглаженным стенам трещин в пещере и по натёчным корам на стенах и сводах. Точно также неизбежно присутствие карстового процесса в формировании пещер в мраморах наряду с тектоническими процессами. Имеется большая вероятность того, что в формировании рассматриваемых пещер могли участвовать глубинные процессы, но это никоим образом не умаляет действия чисто карстовых процессов под воздействием глубинных или поверхностных растворов. Тем более что, несмотря на утверждение автора, никакая аргиллизация в мраморах пройти не может. То, что автор принимает за следы аргиллизации в мраморах, скорее всего, являются остаточными отложениями после растворения карбонатных пород. Вероятно это же относится и к пещерам Большая Орешная и Дудинская, где на нижних этажах скопились большие объемы остаточной глины.

Вот несколько конкретных замечаний:

1) Автор ошибочно утверждает (стр. 4), что классический карст – это эпикарст, хотя эпикарст – это только приповерхностная часть карстовых гидрологических систем, который распространен довольно широко, но не повсеместно. Возможно, автор имел в виду, что для многих карстовых систем присущ эпикарст, в то время как для рассматриваемых им пещерных систем эпикарст не характерен.

2). В третьем защищаемом положении говорится (стр. 7), что «Образование крупных полостей в слабокарстующихся породах заключается в том, что вдоль зон разрывных нарушений малых амплитуд смещения происходил процесс аригиллизации с последующим выносом глинистой компоненты грунтовыми водами, что объясняет

решетчато-коробчатую морфологию пещер». Во-первых, как утверждает автор, в пещерах были обнаружены только признаки аргиллизации, что означает, что аргиллизация, если она и присутствует, происходила не повсеместно. Это также вероятно означает, что она могла быть не основной причиной формирования полостей. При реальной аргиллизации толщина слоя аргиллитов вдоль трещин составляла бы многие метры, чего не наблюдается. Судя по фотографиям, приведенным в работе, многие галереи исследуемых пещерных систем являются просто раскрытыми тектоническими трещинами, некоторые участки которых были блокированы для прохождения обрушения глыб породы (глыбовыми завалами). Поэтому продолжение полостей могло находиться в плоскости трещины как выше, так и ниже завала. Решетчато-коробчатую структуру, то есть структуру объемного лабиринта, определяет система трещин, а не аргиллизация. К тому же аргиллизация предполагает, что ее продукты должны были куда-то выноситься. Большие объемы полостей предполагают в этом случае большой объем выносимого материала, который должен был куда-то деваться. Единственное место, куда мог бы выноситься такой материал – это поверхность. Но автор не приводит никаких доказательств возможности этого. Таким образом, к спелеогенезу путем аргиллизации остаются большие вопросы. Поскольку автор говорит о слабо растворимых породах, подразумевая, что эти породы все-таки могут растворяться, хотя и не повсеместно, не исключено, что в образовании полостей задействован как тектонический процесс, который определяет щелевую форму галерей, так и карстовый процесс, который отвечает за формирование расширений в полостях (например, на пересечении трещин). Что касается аргиллизации, то, возможно, и она имела место на каком-то этапе формирования полости. Но, похоже, она не имела определяющего значения при формировании полостей.

3) «Гидрогеология и Карстоведение» (стр. 7) не журнал, а сборник.

4) нет такого термина «плювиально-коррозионные колодцы и шахты» (стр. 12).

5) работы [Mavlyudov, 2018; Kadebskaya, Mavlyudov, 2018] не связаны с ледниковыми ландшафтами.

6) зачем-то на 34 странице повторяются цель и задачи исследования, которые приведены в начале работы.

7) на стр 37-38 написано: «Воды пещерных водотоков, эрозионная деятельность которых является основным фактором современной динамической системы пещеры, формируются за счет конденсации водяного пара и инфильтрации воды с поверхности, поэтому Большая Орешная и Баджейская пещеры продолжают развиваться (в последние годы изучены новые системы и гроты, в которые 40 лет назад невозможно было попасть из-за недостаточного сечения проходов или их отсутствия).» Как это соотносится с аргиллизацией? К тому же «стены разрывов практически всегда эродированы, иногда покрыты натечной коркой» (стр. 41). Почему-то автор в работе ничего не говорит о соотношении карстовой и некарстовой составляющей в формировании исследуемых полостей и не приводит данные о влиянии карстовых процессов в этапах развития пещер.

8) выводы в работе не соответствуют поставленным задачам.

Недостатки, выявленные в работе, по нашему мнению, не умоляют сделанные открытия, а также открытия, которые будут сделаны в будущем благодаря той методике, которую разработал автор. Тем не менее, если автор решит по итогам защиты опубликовать книгу, то работа над ней потребует не только причисывания текста, но и серьезной переработки представленного материала.

Аннотация диссертации соответствует всем требованиям, предъявляемым к аннотациям. Аннотация соответствует основному содержанию диссертации.

Претендентом диссертация написана самостоятельно, содержит новые научные результаты и положения, выдвигаемые для публичной защиты, и свидетельствует о личном вкладе автора диссертации в науку о пещерах. Автор рассматривает один из возможных механизмов формирования сложных лабиринтовых пещерных систем,

который отличается от механизма образования таких систем под действием обычного карстового процесса. Автор попытался найти объяснение формирования объемных лабиринтов в карстовой литературе, но, не найдя необходимых объяснений, предложил свою теорию аргиллизации пород на стенах каналов с последующим выносом материала водными потоками. Несмотря на то, что этот подход к объяснению формирования подобных пещер возможен, он еще не получил неоспоримых доказательств. Однако, отход автором от традиционных объяснений формирования лабиринтов в карстующихся породах, позволил по-новому взглянуть как на строение самих лабиринтов, так и на пути их формирования. Это открывает новые возможности на пути объяснения образования объемных лабиринтов при наличии более полной базы проанализированных образцов и проведенных анализов. В результате, либо идеи, предложенные в диссертации, будут подтверждены и уточнены или будут отвергнуты. То есть заслуга автора состоит в том, что не пошел по проторенному пути, а постарался найти свой собственный путь, открыв его и для других.

Таким образом, диссертация Булычова Анатолия Александровича является научно-квалификационной работой, в которой рассмотрены особенности строения и закономерности формирования пещер в слабокарстующихся горных породах, что соответствует требованиям «Положения о порядке присуждения ученых степеней», утвержденного постановлением Правительства Российской Федерации от 24.09.2013 г. № 842 (с более поздними исправлениями и дополнениями), предъявляемым к диссертациям на соискание ученой степени кандидата наук. Диссертационная работа отвечает требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а претендент заслуживает искомой степени.

Официальный оппонент: Мавлюдов Булат Рафаэлевич

Ученая степень: кандидат географических наук (специальность:

11.00.07. Гидрология суши, водные ресурсы, гидрохимия).

Должность: снс отдела гляциологии ИГРАН

Место работы: ФГБУ «Институт географии Российской академии наук»

119017, Москва, Старомонетный пер., д. 29, стр. 4.

Тел.: 8-968-570-14-53

E-mail: bulatrm@bk.ru

Выражаю согласие на обработку персональных данных.

29.04.2025

Булат Рафаэлевич Мавлюдов

Подпись руки тов.
заверяю

Зав. канцелярией
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки Институт географии
Российской академии наук

