

«УТВЕРЖДАЮ»

Врио проректора по научной работе
Федерального государственного
автономного
образовательного учреждения высшего
образования

«Сибирский федеральный университет»
В.С. Казаков



«5» мая 2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет» (СФУ) на диссертацию Булычова Анатолия Александровича «МОРФОЛОГИЯ ПЕЩЕР В СЛАБОКАРСТУЮЩИХСЯ ПОРОДАХ АЛТАЕ-САЯНСКОЙ ГОРНОЙ СТРАНЫ», представленной на соискание учёной степени кандидата географических наук по специальности 1.6.14 – Геоморфология и палеогеография, в диссертационный совет Д 24.1049.02, в ФГБУН Институте географии Российской академии наук.

Диссертация Булычова А.А. выполнена в лаборатории литогеодинимики осадочных бассейнов, в ФГБУ науки Института геологии минералогии им. В.С. Соболева Сибирского отделения Российской академии наук.

Актуальность выполненного исследования несомненна, поскольку вопросам изучения морфологии пещер в слабокарстующихся породах посвящено ограниченное количество исследований в отличие от работ исследователей, классического карста, где детально анализируется геологическое строение, гидрологические условия и геоморфологические процессы, определяющие формирование и развитие карста и карстовых ландшафтов и особое внимание уделяется изучению пещер как уникальных природных объектов, хранящих информацию о геологической истории региона и палеоклиматических изменениях.

Несмотря на актуальность исследования Булычова А.А., вызывает вопрос само название работы. Если изученные автором пещеры имеют такие огромные размеры и объем (более 400000 м³ в Б.Орешиной), правильно ли называть породы, в которых они образовались слабокарстующимися?

В названии работы обозначена только характеристика морфологии пещер, однако им освещаются также вопросы истории их изучения, генезиса, гидрогеологии, классификации карстовых форм и связи с ними различных полезных ископаемых.

Характеризуя объект исследования – изученные пещеры Восточного Саяна (в конгломератах и мраморизированных известняках), автор использовал очень устаревшую геологическую основу (1962, 1977 гг.). По данным современной геологической съемки (1999г.) на лист N-46-X уточнен состав и возраст слагающих Баджейский прогиб пород. Так отложения нарвской свиты среднего кембрия сложены конгломератами с обломочным материалом, представленным известняками и доломитами (40-90%) с прослоями песчаников с поровым цементом гравелито-песчанистым, карбонатным.

Кроме того, нарвская свита с угловым несогласием и размывом залегает на известняках крольской свиты. Состав обеих свит вполне пригоден для карстовых процессов и образования в них крупных пустот.

Цель работы направленная на выявление особенностей морфологии и разработки модели происхождения крупных пещер в слабокарстующихся породах Алтае-Саянской горной области на основании данных собственных исследований, на наш взгляд должна базироваться на общепризнанной методологии исследований и использовании как традиционных, так и новых методов, *тем самым подтвердить предложенную автором гипотезу формирования полостей, основанную на процессе аргиллизации (Волостных, 1972) вдоль разломов с последующим выносом глинистой компоненты грунтовыми водами в направлении разгрузки пещер.*

Для достижения поставленной цели поставлены четыре задачи: 1. Выявить закономерности, позволяющие отличать строение слабокарстующихся пещер от типично карстовых на основе анализа геологических данных изучаемых районов, анализа литературных источников, отчетов спелиологических экспедиций собственных полевых исследований. 2. Выявить роль трещиноватости и аргиллизации при образовании крупных полостей в слабокарстующихся породах. 3. Проследить связи морфологии пещер с неотектоническими структурами массивов крупнейших полостей в слабокарстующихся породах Алтае-Саянской горной области. 4. Разработать модель происхождения и сформулировать поисковые характеристики, позволяющие обнаруживать новые полости в Алтае-Саянской горной области. Часть из этих задач может быть реализована автором, а для решения других разработаны только критерии.

Совершенно правильно, что для решения поставленных задач автор проанализировал большое количество литературных источников, как российских, так и зарубежных ученых, проводил наблюдения в пещерах на территории России и зарубежных стран, а самое главное, имеет огромный практический опыт исследований в пещерах Алтае-Саянской горной страны.

Неоднократно Булычев А.А. при описании методов исследования делает упор на комплексный подход использования следующих методов: геологическое картирование (изучение литологии, тектонического строения и гидрогеологических условий района), морфологический анализ (детальное описание формы, размеров и ориентации пещерных ходов), гидрохимические исследования (анализ состава воды, циркулирующей в пещерах, и ее влияния на растворение пород), минералогические исследования (изучение минерального состава пещерных отложений и вмещающих пород). Комплексное использование этих методов позволяет выявить доминирующие процессы и реконструировать историю формирования пещер в слабокарстующихся породах Алтае-Саянского региона.

Научная новизна, теоретическая и практическая значимость исследования заключается в том, что в работе впервые применена инструментальная 3D подземная съёмка и новейшие компьютерные программы для картографирования с целью выявления разрывных нарушений; выявлено влияние тектонических движений на спелеогенез в слабокарстующихся породах; выявлены крупные полости, не имеющие прямой связи с поверхностью; обнаружены признаки аргиллизации в зонах разрывных нарушений в слабокарстующихся породах; открыты новые пещерные системы, которые значительно удлинили ранее открытые пещеры.

Автор применил новый подход в изучении спелеогенеза в слабокарстующихся породах, что позволило осуществить открытие значительных пещерных систем и дало новый толчок развития краеведческому и спортивному туризму регионов. Вновь обнаруженные значительные полости должны будут учитываться при инженерных изысканиях. Подтверждено, что процессы аргиллизации, как правило, сопряжены с полезными ископаемыми, что вызовет интерес геологоразведки.

Анализ содержания работы. Диссертационное исследование Булычова Анатолия Александровича состоит из введения, четырех глав, заключения, списка литературы из 200 наименований (в т.ч. 78 на иностранном языке), содержит 68 иллюстраций и 3 приложения. Работа изложена на 110 страницах текста. По теме диссертации опубликованы 27 печатных работ из них 1 - статья в журнале из списка ВАК и 1 статья в Международном рейтинговом журнале (Physics and Chemistry of the Earth, Journal of EGS, Elsevier), статьи в котором приравниваются к статьям из перечня ВАК.

Во введении работы (стр. 3-7 дисс.) традиционно определяется актуальность темы и степень её разработанности, цель и задачи диссертационного исследования. Раскрывается методологическая основа исследования, научная новизна и практическая значимость результатов исследования, формулируются основные защищаемые положения, выносимые автором на защиту, устанавливается личный вклад автора в выполненное исследование.

В первой главе работы «Общепринятые положения и подходы к исследованию пещер» (стр. 8-30), состоящей из четырех подглав: 1.1. Генетическая классификация пещер и связь с геоморфологией, 1.2. Полезные ископаемые и минералы карста, 1.3. Геофизические исследования полостей, 1.4. Структурно-тектонический подход произведена генетическая классификация пещер, в краткой форме рассмотрены основные условия развития карста, которые определяются геологическим строением местности, физико-географической обстановкой, климатом и почвенно-растительным покровом, геоморфологическими и гидрологическими условиями карстующегося массива (стр. 9 дисс.), изложены формирующиеся полезные ископаемые и минералы карста дан анализ подходов к изучению пещер на основе географического подхода Гвоздецкого Н.А. и системно-географического подхода Мусина А.Г. и др.

Автор проанализировал данные о классификации карстовых форм как поверхностного, так и подземного карста (стр.11 – дисс.), особое внимание уделили морфолого-генетическому и литологическому признакам равнинного и горного карстов, а также рассмотрел концепцию эпикарста, наиболее удачно, объясняющую структуру ряда карстовых плато и 3-4 уровенную модель развития карстовых систем на основе гипотез водного уровня и фреатической теории зарубежных исследователей (рис.2 и 3, стр.12 и 13 дисс.). Доказательные данные о генезисе гидротермокарста приведены Булычовым А.А. на основе собственных наблюдений в известной пещере Венгрии Szemlo-Hegy-barlang, где четко проявились два механизма – субаэральный и субаквальный, приводящие к образованию шаровидных полостей и сфер, кроме этого автор наблюдал гидротермокарст в пещерах США (Wind Cave и Devils Tower).

Генетическая классификация пещер представлены в таблице №1 (стр.16 – дисс.) и уделено внимание необходимости выделения пещерного ландшафта, как самостоятельного типа, поскольку подземный ландшафт это природный комплекс тесно связанный с наземным, но отличается от наземного особой подземной топографией, климатом, гидрографической сетью, отложениями, растительным и животным миром. (стр. 18 – диссерт.)

В краткой форме даётся информация о полезных ископаемых и минералах карста. Обращается внимание на своеобразное проявление гидротермального карста от высокотемпературной (скарновой) до низкотемпературной (аргиллитовой) фации, описанной Цыкиным Р.А. еще в 1985 г. для Восточного Саяна.

В результате краткого изложения возможностей геофизических методов для отсечки полостей с отчетливыми границами и мощностей отложений в пещерах, установлено, что электроразведка позволяет наметить полости для вскрытия на задернованном и бронированном карсте, но верификация прямой разведкой оказывается чаще всего неуспешной. Автор делает вывод (стр. 19 – дисс.) ... что геоморфологические

наблюдения и анализ геолого-тектонической ситуации абсолютно необходимы для локализации геофизических полевых экспериментов.

Автор подробно обосновывает необходимость использования структурно-тектонического анализа при изучении карста (таблица 2 – дисс.) и показывает его высокую значимость в оценке устойчивости территории при исследованиях регионального, локального и детального масштабов.

Подводя итог современному изучению морфологии пещер на основе анализа публикаций, привлечения комплекса физических, химических, математических данных и результатов собственных исследований, Булычев А.А. отмечает, что при успешности применения геофизических методов разведки в эпикарстовой зоне тектонические и геоморфологические исследования стали еще более необходимы, не смотря на то, что карстовые и некарстовые пещеры широко распространены как на поверхности Земли, так и в гипергенной зоне земной коры, до сих пор большая часть полостей представляет собой «белые пятна» и с учетом приоритета геологической и геоморфологической основы на развитие морфологии пещер влияет физико-географическая обстановка.

Во второй главе «Методика и результаты наблюдений тектонически-обусловленных линейных структур» (стр. 31-57) представлена четырьмя разделами: 2.1. Объект исследования; 2.2. Методы исследований; 2.3. Характеристика района исследований и изученность; 2.4. Результаты исследований.

В данной главе автор дает краткую геоморфологическую характеристику местоположения выдающихся (по выражению автора) пещер Алтае-Саянской горной области (рисунок 9 – стр.31 дис.). При этом морфология и генезис пещер карстового происхождения хорошо изучены, пещеры в слабокарстующихся породах незначительны и механизм их формирования до конца не ясен. Результаты последних исследований спелеологов пещер Восточного Саяна - Большая Орешная, Дудинская и Баджейская, позволили увеличить их длину втрое и соответственно до 51 км, 41 км и 10 км. Были обнаружены тектонические разрывы, зоны дробления с некарбонатными обломками и цементом, подтвержденные результатами рентгенофазового анализа, полученного со слабой конкретной привязкой образцов в пещерах.

Исследованные автором пещеры Алтая (Алтайская и Кек-Таш длиной более 4,7 и 3,2 км) в слабокарстующихся мраморизованных известняках нижнего кембрия приурочены к областям тектонических разрывных нарушений.

Цель и задачи исследования повторяются (стр. 34 дис.), дублируя введение, что не имеет никакой смысловой нагрузки.

Методы исследований кратко описаны, и нечетко привязаны к основным объектам изучения. Результаты обработки основных измерений с помощью методов математической статистики, произведенных по линиям профилей исследований, частично носят декларативный характер.

Результаты определений химического и минералогического анализов состава пород, анализ шлифов образцов не нашли четкой привязки, а фиксируются как факт в Приложении В диссертации.

Разде 2.3 - Характеристика района исследований и изученность, 2.4. Результаты исследований и 3 главу логичнее было бы объединить в отдельную главу, трудно понять, что отнести к традиционным карстовым пещерам и пещерам, сформированным в слабокарстующихся породах без первичного представления результатов инструментального картографирования и поисковых признаков полостей.

Таким образом, во второй главе показано, что для детального выявления систем разрывов внутри пещер оказалось необходимо инструментальное картографирование. Использовалась программа Survex-Win 32 компании Inkscape (Golicz, 2017) для обработки данных измерений внутри пещер; изображения выполнены в программе “therion”. Для визуализации применены расширения .3D, .loch., .png, в результате чего выявлены

плоскости разрывов в глубинах пещер, не идентифицируемые с поверхности. Предложен поисковый признак для обнаружения новых полостей по простиранию выявленных плоскостей. По материалам 2-й главы сформулировано 2-е защищаемое положение.

В третьей главе «Инструментальное картографирование и поисковые признаки полостей» изложена на стр. (58-70).

В третьей главе исследуется феномен аргиллизации применительно к полостям, заложенным вдоль разрывных нарушений. В пещерах в конгломератах и мраморизованных известняках обнаружены и подтверждены аргиллиты; измеренный pH в пробах раствора показал кислую среду. Предложен механизм формирования полостей, основанный на процессе аргиллизации вдоль тектонических разрывов с последующим механическим выносом глинистой компоненты грунтовыми водами в направлении разгрузки пещер. По материалам 3-й главы сформулировано 3-е защищаемое положение.

А.А.Булычевом проведены масштабные работы по 3D моделированию пещер в слабокарстующихся породах. Проведенные работы показали, что пещеры в таких породах имеют совершенно иную морфологию чем классические карстовые пещеры. по-существу пещеры в слабокарстующихся породах в объемной картине напоминают карстовые пещеры повернутые на 90° по горизонтальной оси – вместо систем залов и ходов горизонтальных плоскостях, образующих несколько этажей – системы вертикальных щелевидных полостей с сужениями и расширениями простирающиеся по вертикали на сотни метров и продолжающиеся по вертикали и латерали после сужений.

Основной вывод по главе 3 Для выявления плоскостей разрывных нарушений необходимо проводить инструментальную топографическую съемку. Поскольку формирование полостей в слабокарстующихся породах связано с зонами размывов малой амплитуды и большой протяженности, существует поисковый признак для обнаружения новых полостей на продолжении этих зон по латерали, вверх и вглубь, что подтверждено автором в полевых исследованиях.

В четвёртой главе диссертации «Механизм образования полостей в слабокарстующихся породах» (стр.71-85), включающей три подраздела: 4.1. Анализ исследований гипогенеза карстовых полостей; 4.2. Генезис полостей в слабокарстующихся породах; 4.3. Полости в некарстующихся породах.

Автором рассмотрены ранее предлагавшиеся разными авторами механизмы формирования подземных полостей в слабокарстующихся породах. А.А. Булычевым разработана новая модель формирования систем крупных подземных полостей в таких породах, которая хорошо объясняет особенности их морфологии и вещественного заполнения: обилие глинистых минералов, наличие признаков гидротермальной переработки, коробчато-решетчатая структура ходов с обилием вертикальных щелевидных полостей без выходов на поверхность. По мнению автора, изученные объекты сформировались как результат суффозионного выноса материала из зон приразломной аргиллизации, формирующихся в результате воздействия циркулирующих по зонам приразломной трещиноватости гидротермальных растворов. Предложенная модель хорошо объясняет все наблюдаемые особенности пещер в слабокарстующихся породах, хорошо аргументирована и несомненно является новым словом в спелеологии.

В заключительной части работы автор делает краткий общий обзор проведенного исследования и представляет основные выводы по трем защищаемым положениям.

По ходу проведения анализа диссертационного исследования возникли ряд замечаний и принципиальных возражений, требующих аргументированных пояснений. Частично они уже были представлены в тексте, но ниже даны в обобщенном виде:

1. Вызывает вопросы название работы. Если изученные автором пещеры имеют такие огромные размеры и объем (более 400000 м³ в Б.Орешной), правильно ли называть породы, в которых они образовались слабокарстующимися? Заявлена только характеристика морфологии пещер, однако автор освещает также вопросы истории их изучения, генезиса, гидрогеологии, классификации карстовых форм и связи с ними различных полезных ископаемых.
2. В разделе «Методы исследования» говорится об изучении химического и минералогического состава пород, анализе шлифов, однако не понятно для чего они делались, так как результаты этих исследований непосредственно в работе не приведены. Кроме этого не приведено ни одной датировки возраста пещерных отложений
3. Автором используется очень устаревшая геологическая основа (1962, 1977 гг.). По данным современной геологической съемки (1999 г.) на лист N-46-X уточнен состав и возраст слагающих Баджейский прогиб пород. Так отложения нарвской свиты среднего кембрия сложены конгломератами с обломочным материалом, представленным известняками и доломитами (40-90%) с прослоями песчаников с поровым цементом гравелито-песчанистым, карбонатным. Кроме того, нарвская свита с угловым несогласием и размывом залегает на известняках крольской свиты. Состав обеих свит вполне пригоден для карстовых процессов и образования в них крупных пустот.
4. В работе часто встречаются некорректные и ошибочные высказывания, к примеру:
 - *«в меду осталась каолиновая кора выветривания вместо рельефа и карста»* (дисс. стр.4). Кора выветривания находится на пенепленизированных поверхностях рельефа, а не вместо него.
 - *«К поверхностным карстовым формам отнесены кары»* (дисс. стр.11). Кары это ледниковые экзарационные формы рельефа, наверно имелись ввиду карры.Иногда путаются названия пород и минералов:
 - *«баратальская свита: мрамора, кварциты (породы), ильменит (минерал)»* (дисс. стр.48, рис. 21);
 - *«метасоматическое замещение обломков полевых шпатов (минерал) и гравелитов (горная порода) на аргиллит»* (дисс. стр.74).Иногда неправильно даются названия пород:
 - *«вышележащие алевриты и плотные песчаники составляли водоупорную среду» «известковисто-алевритовые конгломераты»* (дисс. стр.83). Алеврит это порода рыхлой структуры и не может слагать плотные породы.
5. Существование крупных разломов и зон трещиноватости по ним, а также их роль при образовании карстовых форм рельефа возражений не вызывает, как и возможное возникновение по проницаемым зонам низкотемпературного метасоматоза (аргиллизации), но далее автор неоднократно предлагает вариант образования изученных им крупных карстовых полостей путем *«частичного выноса аргиллизитов грунтовыми водами в сторону разгрузки пещер»* (дисс. стр.34, 86,87). Это утверждение вызывает большие сомнения. Сам автор указывает что *«В исследуемых пещерах водные потоки фрагментарны, локализованы, а значительные полости вообще не имеют следов водотоков с дневной поверхности»* (дисс. стр.77). Возникает вопрос, что это за периодически возникающие катастрофические потоки, которые выносили такое огромное количество глинистого материала и куда он в итоге делся? В составе разреза четвертичных образований, изученных автором данных замечаний в Баджейском районе в рамках геологической съемки на лист N-46-X (1999 г.), мощные глинистые толщи отсутствуют.
6. Не вызывает сомнений высказывание автора о перспективах продуктов низкотемпературного метасоматоза для поисков различных видов минерального сырья, но приведенные в работе примеры таких перспектив относятся к аргиллизитам действительно некарстующихся пород (граниты, кварциты) (дисс. стр.83, 84). Какие

перспективы могут быть у аргиллизитов по карбонатно-терригенным молассоидным толщам, изученным в работе, осталось не понятным.

Автореферат соответствует содержанию диссертации.

Работа производит неплохое впечатление, хотя имеются и замечания грамматического характера, по стилю изложения, структурированности и логическому изложению материала.

Несмотря на высказанные замечания, автором выполнено большое исследование сложной тематики с практическими результатами полевых исследований, не имеющих объяснения в рамках классической теории карстоведения. Лично автором с коллегами, спелеологами рассмотрены и апробированы современные подходы к изучению морфологии пещер в слабокарстующихся породах - визуальное картографирование тектонических зон, инструментальное стереоскопическое дешифрирование, инструментальная лазерная съёмка, геофизические методы, произведено определение химического и минералогического состава пород пещерных отложений.

Данное исследование является завершённым научным исследованием, соответствует требованиям пп.9-10-11 «Положения о присуждении учёных степеней» ВАК (от 24.09.2013 г., № 842) к кандидатским диссертациям, а ее автор Булычев Анатолий Александрович заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.14 Геоморфология и палеогеография.

Отзыв на диссертационную работу и автореферат Булычева Анатолия Александровича «Морфология пещер в слабокарстующихся породах Алтае-Саянской горной страны подготовлен доктором географических наук, профессором Галиной Юрьевной Ямских и кандидатом геолого-минералогических наук, Натальей Николаевной Поповой, обсужден и одобрен 29 апреля 2025 г. (протокол № 8) в качестве официального отзыва ведущей организации на заседании кафедры географии Институт экологии и географии Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Сибирский федеральный университет».

Ямских Галина Юрьевна,
доктор географических наук, профессор,
заведующий кафедрой географии
1.6.14 (25.00.25) Геоморфология и палеогеография
Адрес: 660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79,
тел. 8(391) 246-99-47; geo_iemes@sfu-kras.ru.

Попова Наталья Николаевна
кандидат геолого-минералогических
наук, доцент кафедра геологии, минералогии
и петрографии
1.6.5 (25.00.06) Литология
Адрес: 660025, г. Красноярск, пр. им.газеты
Красноярский рабочий, 95Свободный, 79,
тел. 8(913) 569-44-52; pnn_kgs@mail.ru

Я, Ямских Галина Юрьевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.
29 апреля 2025 года

Я, Попова Наталья Николаевна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.
29 апреля 2025 года

