

## ОТЗЫВ

на диссертацию **Оргильянова А.И.**

на тему «Минеральные воды Хэнтэй-Даурского свода», представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 «Гидрогеология»

В диссертации приводятся результаты исследований различных типов минеральных вод, встречающихся в пределах Хэнтэй-Даурского свода. Эта геологическая структура располагается на территории Монголии и РФ и простирается с северо-востока на юго-запад примерно на 400 км. Всего, судя по приложению к работе, автор принимал участие в обследовании 58 минеральных источников данной области, выполнив «более 100 химических анализов минеральной воды». Правда из приведенных в работе таблиц следует, что собственно число охарактеризованных источников существенно меньше.

Хотелось бы отметить, что изложенные аргументы в пользу научной или какой еще другой необходимости исследования минеральных вод именно Хэнтэй-Даурского свода не убедили рецензента в **актуальности** данной работы – чем была вызвана необходимость изучения именно данного свода для понимания механизмов формирования различных типов минеральных вод, осталось загадкой. В работе, также не даются ответы на важные вопросы, связанные, например, с расположением углекислых источников внутри области развития азотных терм, не рассматриваются закономерности распространения азотных терм в пределах свода, также не понятно чем обоснованы восточная, северная и южная границы развития углекислых вод (только структурой свода?), да и вообще – чем контролируется появление углекислых вод в пределах данной геологической структуры?

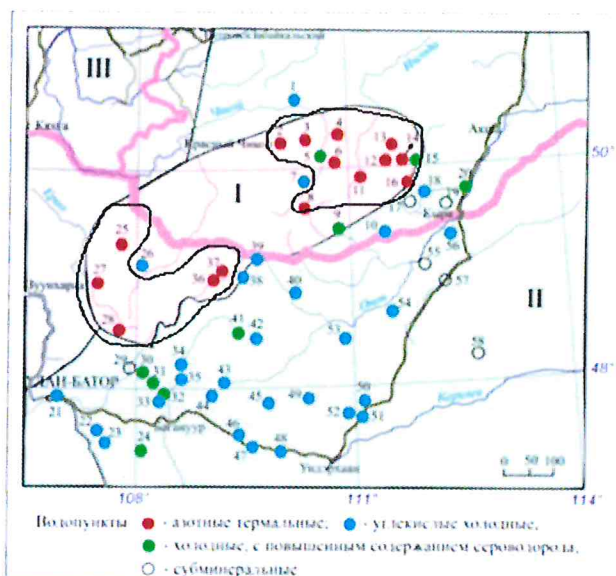
### **Замечания по работе.**

1. Формальное замечание, касающееся публикаций в рецензируемых журналах из списка ВАК. У автора таковых в реферате указано 8. Однако, как минимум, 6 из них непосредственно не относятся к теме диссертации. Они посвящены минеральным водам других районов Байкальского региона, водам озер и предвестникам землетрясений в Байкальской рифтовой зоне. Т.е. в них не изложены основные положения диссертации, как этого требует Положение ВАКа. Собственно в диссертации цитируется только одна статья с участием автора (Замана и др., 2017). Хотя, справедливости ради, стоит отметить, что материалы третьего защищаемого положения отражены в еще одной статье из этого списка (Оргильянов, 2011) (в тексте диссертации ссылки на эту статью нет). Хотелось, чтобы на защите диссертант дал пояснения по поводу личного вклада в работу (Замана и др., 2017), поскольку в этой работе он занимает вторую позицию в списке авторов.
2. Первое защищаемое положение не содержит оригинального научного утверждения. Как следует из литературного обзора, представленного в диссертации, информация о распространении различных типов минеральных вод в пределах Хэнтэй-Даурского свода была известна уже давно, а какие, собственно, «сложности геолого-структурных и физико-географических условий» обусловили наблюдаемое расположение источников различного типа из самого защищаемого положения и текста диссертации не ясно. Автор не дает ответа на вопрос - какие геологические факторы привели к наблюдаемому распределению термальных азотных, холодных углекислых и сероводородных источников, в чем причина наблюдаемой газовой зональности, почему в центральной части свода есть углекислые водопроявления и тд..
3. В работе отсутствует раздел Материалы и методы исследований (информация частично разбросана по тексту, а часто просто отсутствует). Например, осталось не ясным – как отбирались пробы на ICP-MS, пробы для определения состава воднорастворенных газов, как подготавливались пробы для определения изотопного состава углерода в воднорастворенных газах ( $\delta^{13}\text{C}$  в  $\text{CO}_2$ ), какова точность различных

методов анализа (в том числе изотопных) и тп. Вся эта информация в работе отсутствует.

4. При описании минеральных вод Хэнтэй-Даурского свода автор отмечает со ссылкой на В.Н.Дислера (1971), что в пределах свода «трудно отчетливо выделить границы определенных гидро-минеральных провинций». В качестве довода автор приводит изображение области развития азотных терм, внутри которой есть 2 углекислых источника (рис. 1 реферата, синие точки).

Создается впечатление, что автор просто неверно выделил границы термальных вод. Может быть, в пределах свода существует не одна, а две области их развития? Одна из них локализуется на северо-восточной, а вторая - на юго-западной периферии свода. При этом центральная часть свода может быть отнесена к области углекислых вод (см. рис., предложенный рецензентом (черными линиями оконтурены 2 области)). В этом случае утверждение автора об отсутствии четких границ между разными типами вод выглядит ложным.



Кстати такая рисовка областей развития азотных терм дает информацию о геологических факторах формирования этого типа вод! По-видимому, в генеральном плане они приурочены к разломным нарушениям северо-восточного простирания (или нет?) (см. геологическую карту рис. 2.2 в диссертации). В работе необходимо было дать анализ взаимосвязи различных типов вод с определенными системами разломных нарушений, но его нет!

5. При изложении геологической информации в главе 2.3 (Геологическое строение и тектоника) автор дает только рутинное описание геологической карты района. Вместе с тем, учитывая то, что далее в работе рассматриваются изотопные характеристики С и Не в газах и обсуждается их глубинное происхождение, в этой главе следовало бы также дать информацию о глубинном строении региона по геофизическим данным, природе кайнозойского вулканизма, его геохимической специфике (его проявления имеются на границах рассматриваемой территории) и т.п. Вся эта информация в работе отсутствует!
6. Автор не всегда корректно использует статистические методы обработки полученных данных. Например, в диссертации на рис. 3.5 приведена вроде бы значимая зависимость рН от суммы ( $\text{HCO}_3 + \text{CO}_3$ ). Однако если убрать всего одну далеко отскачившую точку, то корреляционная зависимость утрачивается (автор игнорирует требования к исследуемой статистической выборке – однородность и непрерывность данных).



7. В таблицах 3.12 и 3.13 автор приводит информацию о составе воднорастворенных и свободных газов минеральных вод. В пробах часто присутствует кислород, концентрация которого нередко достигает 10-20 % (приближается к концентрации в воздухе – 20.95 %). Причем его высокие концентрации отмечены даже в пробах источников, для вод которых характерны восстановительные значения Eh. Все это указывает на некачественный отбор проб газа (многие пробы явно загрязнены воздухом при отборе). Кстати сами значения Eh тоже, по-видимому, неверно приведены в таблицах. В них не дана поправка на «водородный электрод (что собственно и обозначает индекс Eh). Такие данные без дополнительных пояснений нельзя использовать, например, в термодинамических расчетах или при построении диаграмм минеральных равновесий (pH-Eh-диаграмм).
8. Обсуждая таблицы с составом газов, автор отмечает довольно высокие концентрации водорода в некоторых пробах (до 0.62 %). Этот водород может иметь вторичное происхождение (образовался при разложении органики в бутылке). На это косвенно указывает присутствие O<sub>2</sub> в таких пробах. Также из таблиц с составом газа вызывает некоторое удивление данные по источнику Их-Онон – при почти «воздушных» концентрациях O<sub>2</sub> и N<sub>2</sub> в газах этого источника отмечены очень высокие концентрации H<sub>2</sub>, He и Ar. Похоже, что с газовыми анализами были проведены какие-то манипуляции (в таблицу сведены разные виды анализов?), которые должны были быть изложены в методике исследования газов (она не описана).
9. В главе 3.5 (Гелий как индикатор связи подземных вод с тектоническими разломами) автор обсуждает высокие концентрации гелия в азотных водах, что указывает на их взаимосвязь с глубинными разломами. При этом он также отмечает, что в большей части углекислых источников содержание He существенно ниже, чем в азотных термах. Таким образом, из логики рассуждений автора следует, что углекислые воды (их газы) имеют менее глубинный генезис (меньшие концентрации He – меньшие глубины циркуляции), чем газы азотных вод. Это противоречит последующему выводу автора о глубинном генезисе CO<sub>2</sub> и о присутствии в газах этих вод примеси мантийного гелия (см. глава 4). Очевидно, процесс формирования гелиевых аномалий в природе более сложный, чем представляется автору.
10. При описании геотермометров автор упоминает, что он воспользовался формулами из работы В.Ю.Лаврушина (2012). Да, формулы там приведены, но В.Ю.Лаврушин не является их автором. В диссертации правильнее было дать ссылки на первоисточники этих формул.
11. При использовании геотермометров автор без всякого обоснования отдает предпочтение SiO<sub>2</sub>-геотермометру. М.б. это и правильно, но на каком основании? Для этого следовало бы сравнить показания различных геотермометров между собой и с измеренными температурами (хотя бы для азотных терм). Также отдельным вопросом является наличие хотя бы частичного химического равновесия вод с вмещающими породами. Если воды резко неравновесны с основными породообразующими минералами, то использовать геотермометры не корректно (см. Giggenbach W.F. Geothermal solute equilibria. Derivation of Na-K-Mg-Ca geothermometers // Geochim. et Cosmochim. Acta, 1988. V.52. Pp. 2749-2765.). Если равновесие не достигалось (или минводы сильно разбавлялись инфильтрационными водами) глубины циркуляции вод могли быть определены неверно. Кстати автор дает оценки глубинных температур только для термальных азотных вод, игнорируя другие типы водопроявлений. А как дело обстоит с температурами формирования углекислых вод? Почему нет их сравнения по t(SiO<sub>2</sub>) с азотными и сероводородными водами?
12. Для обоснования 2-го защищаемого положения автор рассматривает весьма ограниченное число исследованных изотопными методами источников. Например изотопные характеристики O и H в воде были определены только в 10 из 58 источников, из которых к тому же только 2 углекислых и 2 субминеральных. При



- этом поверхностные воды охарактеризованы только двумя определениями  $\delta^{18}\text{O}$  и  $\delta^2\text{H}$ , что явно недостаточно, учитывая огромную площадь рассматриваемой территории. Поэтому автор не имел возможности сделать обоснованные выводы о генезисе водного питания углекислых и сероводородных вод.
- Изотопный состав углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) определен только в 5 источниках, локализующихся в пределах исследуемой территории.
- Изотопный состав гелия был определен в 11 источниках (+ по 4-м источникам данные заимствованы из публикаций) – здесь к количеству определений нареканий нет. Однако, при этом наиболее интересные источники – Минж и Засуланский, располагающиеся в центральной части свода (в области распространения азотных терм) изотопно-гелиевым опробованием охарактеризованы не были!
- Считаю, что данных по С, О и Н недостаточно для характеристики генезиса и условий формирования различных типов вод рассматриваемой территории (и для обоснования 2-го защищаемого положения тоже).
13. Обсуждая вопрос генезиса водного питания (результаты исследования изотопного состава О и Н воды) автор совершенно справедливо приходит к выводу об их инфильтрационном генезисе. Однако потом пускается в рассуждения о природе ювенильных вод, ссылаясь на работы Ю.Н. Диденкова и др. (2006) и В.В. Хаустова и др. (2010). Эти авторы считают, что изотопные характеристики ювенильных вод определены недостаточно точно, и они могут вносить существенный вклад не только в водный баланс минеральных источников, но и даже о Байкал. Рецензент не понял, какой все-таки точки зрения придерживается автор диссертации (первого вывода или мнения В.В. Хаустова и Ю.Н. Диденкова). Если первой (о чем свидетельствует формулировка 2-го защищаемого положения), то зачем в диссертации приводить фантазийные научные гипотезы сторонних авторов?
14. Обсуждая обратную зависимость значений  $\delta^{18}\text{O}$  от высотных отметок (рис. 4.2 диссертации), автор приходит к совершенно неверному выводу о причинах ее возникновения. На стр. 86 он пишет, что причиной ее формирования являются «... процессы кислородного обмена в системе «вода порода», обогащающие воду тяжелым изотопом  $^{18}\text{O}$ ». Т.е. – чем вода дольше (и глубже) контактирует с породами – тем больше значение  $\delta^{18}\text{O}$  в  $\text{H}_2\text{O}$ . Вроде бы какая-то логика в этих рассуждениях есть. Однако если бы эти процессы имели место быть, то на диаграмме  $\delta^2\text{H}-\delta^{18}\text{O}$  фигуративные точки измененного изотопного состава воды (за счет взаимодействия с породой – изотопного обмена по  $^{18}\text{O}$ ) расположились бы правее линии метеорных вод – за счет «кислородного» сдвига (изотопный состав водорода при этом может практически не меняться). Этого на рисунке 4.1 (диаграмма  $\delta^2\text{H}-\delta^{18}\text{O}$ ) мы не видим! Есть более простое объяснение этой зависимости – это проявление классической высотной изотопной зональности атмосферных осадков, выпадающих на разных высотах. Обнаружение такой зональности в минеральных водах косвенно указывает на высокие скорости водообмена и на связь источников с современными инфильтрационными водами. Однако автор диссертации самостоятельно не пришел к таким выводам, что свидетельствует о недостаточной его квалификации в этой области!
15. Обсуждая данные по изотопному составу углерода ( $\delta^{13}\text{C}$  в  $\text{CO}_2$ ), автор анализирует значения  $\delta^{13}\text{C}$  в газообразной и в воднорастворенной  $\text{CO}_2$  (DIC) углекислых вод (методика пробоподготовки к определениям  $\delta^{13}\text{C}$  в работе не описана). При этом автор, сравнивая значения  $\delta^{13}\text{C}$  в разных формах углекислоты с известными метками  $\delta^{13}\text{C}(\text{CO}_2)$  в природных резервуарах, по-видимому, не видит особой разницы между значениями  $\delta^{13}\text{C}$  в  $\text{CO}_2$  и DIC. Вместе с тем, разница в этих параметрах может быть очень существенной из-за эффектов изотопного фракционирования и кинетических эффектов в системе «газ-вода». Воднорастворенные формы  $\text{CO}_2$  характеризуются



более высокими значениями  $\delta^{13}\text{C}$  (в зависимости от P-T- условий и pH разница  $\delta^{13}\text{C}$  (DIC) и  $\delta^{13}\text{C}(\text{CO}_2)$  может достигать порядка 8 ‰).

Следствием этого, например, является неверная интерпретация данных о генезисе  $\text{CO}_2$  по курортам Аршан и Жемчуг. Автор (вслед за С.Х. Павловым (2015)) объясняет высокие значения  $\delta^{13}\text{C}(\text{DIC})$  (-0.9...+0.1 ‰), наблюдаемые в их водах, термодиссоциацией карбонатов осадочного происхождения ( $\delta^{13}\text{C}_{\text{CaCO}_3} \sim 0$  ‰). Вместе с тем, значения  $\delta^{13}\text{C}(\text{CO}_2)$  в газовой фазе этих же вод по данным автора диссертации (и данным рецензента) меняются от -6.9 до -5.0 ‰ и, таким образом, оказываются идентичными газам верхней мантии ( $\delta^{13}\text{C}(\text{CO}_2)_{\text{MORB}} = -8...-4$  ‰). Поскольку эти же газы содержат мантийный гелий ( ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$  до  $1100 \times 10^{-8}$  (почти как в MORB)), то искать дополнительные источники  $\text{CO}_2$  конечно можно (они могут быть), но, по меньшей мере, нецелесообразно (примерно как искать черную кошку в темной комнате).

Впрочем, все сказанное здесь по поводу генезиса  $\text{CO}_2$  формально не имеет отношения к теме диссертации – это все касается других регионов (Байкальской рифтовой зоны). Однако опять демонстрирует то, что автор недостаточно хорошо владеет методами интерпретации изотопных данных.

16. Возвращаясь к газам Хэнтэй-Даурского свода автор отмечает, что некоторые пробы газообразной  $\text{CO}_2$  характеризуются заметно более низкими значениями  $\delta^{13}\text{C}$  – до -13.2 ‰, чем приписывается верхней мантии. Такая углекислота, по-видимому, может трактоваться как продукт смешения мантийной и коровой (биогенной?)  $\text{CO}_2$ . Однако, наверное, могут быть и другие объяснения таким низким значениям  $\delta^{13}\text{C}$ . Автор почему-то приписывает ей абстрактно-глубинное происхождения, ни как не обосновывая механизмы формирования такой  $\text{CO}_2$ . В диссертации это сделать было необходимо, поскольку на этом основано 2-е защищаемое положение.

17. Из текста раздела, посвященного изотопии гелия, также следует, что автор недостаточно хорошо ориентируется в изотопно-гелиевой систематике. Например, в тексте диссертации (стр. 90) сказано, что мантийный гелий характеризуется значением  ${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = 3.3 \times 10^{-5}$  (газы Исландии). Эти представления не совсем верны, поскольку газы Исландии, а также Гавайев и Йелоустона характеризуют газы «горячих» точек Земли (вероятно, нижней мантии). Газам собственно верхней мантии (MORB) приписывается значение  ${}^3\text{He}/{}^4\text{He} = 1.2 \times 10^{-5}$  (Поляк, 1988 и др.). В этом разделе также встречаются недопустимые опечатки типа ( ${}^4\text{He}/{}^{20}\text{Ar}$ ).

На основе полученных новых данных по  ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$  (это реальное достижение автора!) во втором положении автор почему-то утверждает, что гелий имеет преимущественно коровый генезис. Это полностью обесценивает результаты изотопно-гелиевых исследований. Формально, если рассматривать процент мантийной составляющей – м.б. так и есть, но отрицать присутствие примеси мантийного He во многих пробах тоже нельзя. Многие газы по величине  ${}^3\text{He}/{}^4\text{He}$  сильно отличаются от «канонического» радиогенного (корового) гелия ( $1..10 \times 10^{-8}$ ). Обсуждая изотопно-гелиевые данные, автору следовало бы в данном разделе проанализировать данные о геохимии кайнозойских вулканитов (оценить степень их контаминированности коровым материалом), проанализировать данные и существующие модели глубинного строения региона и т.п.. И уже на основе этих данных делать выводы о генезисе  $\text{CO}_2$  и He.

В такой ситуации, учитывая замечания № 12, 13, 14, 16 и 17 **второе защищаемое положение выглядит недостаточно подкрепленным фактическим материалом, геологическими данными и правильными выводами.**

18. В третьем защищаемом положении затрагиваются вопросы использования и режима посещения источников исследуемого региона. На взгляд рецензента в данном положении особо не содержится какого-либо научного утверждения (или результата исследования), согласующегося со специальностью диссертации. Особенно ярко это



проявляется в ранжировании источников по режиму посещения. Какое отношение к гидрогеологии имеет охраняемый статус территории (заповедного режима) – совершенно не ясно. Статус заповедного режима автоматически определяет доступ на территорию (и к источникам) вне зависимости от выводов автора. Поэтому в главе 5.2 (обоснование 3-его положения), рецензент не увидел каких-либо оригинальных результатов исследования автора (оконтурены зоны с особым статусом?). Здесь изложены самые общие соображения и декларации по поводу использования минеральных вод, а районирование, в основном, основано на существующих границах зон с различным заповедным статусом. В принципе данная глава могла бы быть удалена из диссертации без ущерба для ее содержания, но тогда работа совсем перестанет удовлетворять требованиям Положения ВАК (2 статьи) по числу публикаций материалов диссертации в рецензируемых периодических изданиях.

В заключение хотелось бы отметить, что диссертационная работа Оргильянова А.И. весьма лаконична – содержательная часть составляет всего 101 стр., включая оглавление, введение, литературный обзор, рисунки и таблицы. Все защищаемые положения в той или иной степени вызывают серьезные нарекания (как по формулировкам, так и по содержанию и доказанности научного утверждения). Работа содержит довольно мало оригинальных результатов исследования – особенно это касается результатов изучения изотопного состава С, О и Н в воде и газах, характеризующих разные типы вод такой обширной территории. Суждения и выводы, представленные в диссертации, часто бывают ошибочными или плохо подкреплены оригинальными материалами. Автор, анализируя изотопные характеристики He и C(CO<sub>2</sub>), а также закономерности распределения различных типов вод практически полностью игнорирует имеющуюся геологическую информацию о природе кайнозойского вулканизма Забайкалья и Монголии, ансамблях тектонических нарушений Хэнтэй-Даурского свода и его глубинном строении. Если бы все эти данные были привлечены, то даже на базе имеющихся материалов работа выглядела бы куда более интересной.

Поэтому я считаю, что работа Оргильянова А.И. не соответствует требованиям Положения о присуждении ученых степеней и ее автор не заслуживает присуждения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 – Гидрогеология.

Лаврушин Василий Юрьевич,  
Д.г.-м.н., г.н.с.,  
Заместитель директора Геологического института Российской академии наук  
119017 Москва, Пыжевский пер, 7, стр.1  
Электронный адрес института: gin@ginras.ru  
e-mail: wll2@yandex.ru  
+7 (495) 953-18-19

Я, Лаврушин Василий Юрьевич, автора отзыва, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

  
В.Ю.Лаврушин

