

Министерство науки
и высшего образования РФ
Федеральное государственное
бюджетное учреждение науки
**Дальневосточный
геологический институт**
Дальневосточного отделения
Российской академии наук



Far East Geological Institute
Far East Branch
Russian Academy of Sciences
Prospect 100-letya, 159,
Vladivostok-22,
690022 RUSSIA

Tel. (423) 2-318-750 Fax (423) 2-317-847
690022, Владивосток – 22, пр. 100-летия Владивостока, 159

<http://www.fegi.ru/> E-mail: office@fegi.ru

Исходящий № _____



Утверждаю

Директор ДВГИ ДВО РАН
К.Т.М.Е.И.А. Александров

19 ноября 2018 г.

ОТЗЫВ

ведущей организации

на диссертационную работу Шестаковой Анастасии Викторовны
«**Геохимия углекислых минеральных вод северо-востока Тувы**»,
представленную на соискание учёной степени кандидата геолого-
минералогических наук по специальности **25.00.07 – Гидрогеология**

Диссертация Шестаковой Анастасии Викторовны посвящена изучению условий формирования химического состава и установлению геохимических особенностей проявлений углекислых минеральных вод распространенных на северо-востоке Тувы.

Диссертационная работа состоит из введения, семи глав и заключения общим объемом 148 стр. Текст диссертации содержит 20 таблиц и 39 рисунков. Список литературы насчитывает 121 наименование.

Во **Введении** показано, что по наличию минеральных вод различного состава Республика Тыва не уступает другим регионам России, в том числе здесь широко распространены углекислые воды, исследованию которых посвящена работа. Констатируется, что остаются нерешенными вопросы происхождения компонентов ионно-солевого и газового состава минеральных вод, органического вещества, не рассмотрена система вода-порода-газ. Практически не рассмотрен характер геохимической обстановки и не предложено единой комплексной схемы формирования холодных и термальных углекислых минеральных вод Тувы. Таким образом, тема исследований представляется весьма актуальной не только с точки зрения изучения геохимии и генезиса вод, но и с позиций изучения их бальнеологических свойств, сохранения и рационального использования природного ресурса на базе которого создаются лечебные курорты и санатории.

Цель работы заключалась в изучении геохимических особенностей и условий формирования химического состава углекислых минеральных вод северо-

востока Тувы. Для достижения поставленной цели были решены следующие задачи: 1) рассмотрены особенности химического и газового состава исследуемых углекислых вод и определены физико-химические процессы, контролирующего состав вод; 2) с помощью изотопных исследований кислорода, водорода и углерода установлен генезис воды и углекислого газа; 3) дана характеристика термодинамического равновесия подземных вод с минералами водовмещающих пород; 4) даны оценки глубинных температур подземных флюидов; 5) предложена схема формирования химического состава углекислых вод северо-востока Тувы.

Сформулированные защищаемые положения обоснованы и отражают сущность выполненной работы. Достоверность полученных выводов обеспечена расчётами с использованием современного программного обеспечения, в частности для термодинамического моделирования, а также достаточным количеством фактического материала, собранного автором в ходе полевых работ и проанализированного в аккредитованных лабораториях России.

Научная новизна работы заключается в первую очередь в получении новых изотопно-геохимических данных о составе углекислых минеральных вод северо-востока Тувы. Получены данные по макро- и микроэлементному составу вод, содержанию редкоземельных элементов. На основе этих данных с применением геотермометров впервые сделана попытка определить глубинные температуры формирования термальных углекислых вод северо-востока Тувы. Был определен состав свободного и растворенного газа вод, сделаны выводы об условиях его формирования. Кроме того, впервые изучен изотопный состав углерода и сделаны выводы о происхождении водной и газовой компонент вод. Все это позволило разработать достаточно обоснованную модель формирования химического состава углекислых вод северо-востока Тувы.

Результаты исследований по теме диссертации апробированы на конференциях различного уровня, опубликованы в 15 научных трудах, в т. ч. 4 статьи - в рецензируемых журналах из списка ВАК России, Scopus и Web of Science.

В структуре диссертационной работы выделено семь глав. В первой и второй главах приводятся изученность и обзор исследований по данному направлению, ландшафтно-климатические и геолого-гидрогеологические особенности изучаемого района, в том числе данные о рельефе, гидрологии, почвенном и растительном покрове, составе водовмещающих пород и особенностях залегания подземных вод.

В третьей главе приведены методика и объемы полевых и лабораторных исследований воды и газов. Почему-то упущено описание компьютерных программ, которые были применены для термодинамического моделирования.

Четвертая глава посвящена описанию изотопно-геохимических характеристик подземных минеральных вод и сопутствующих газов. Установлено, что углекислые воды северо-востока Тувы имеют метеорное происхождения и приурочены к активным зонам разрывных нарушений, по

которым в водоносные системы поступает поток углекислого газа содержащий, в некоторых случаях бальнеологические концентрации радона. В составе растворенного газа кроме CO_2 могут присутствовать газы атмосферного генезиса N_2 и O_2 .

Выводы, сделанные об особенностях химического состава подземных минеральных углекислых вод легли в основу **первого защищаемого** положения.

Замечания к главе: 1) отсутствие сравнения северных и восточных минеральных источников, а также обобщающих выводов. При наличии такого обширного материала они просто необходимы; 2) Различие составов растворенных и свободных газов источников обсуждается слабо, а ведь значительные расхождения в их составах могут указывать на определенные сложившиеся гидрогеологические условия водоносного горизонта. Например, на значительном удалении от зоны выхода глубинного углекислого газа содержание растворенного CO_2 может меняться как за счет падения давлений, так и за счет вовлечения пресных приповерхностных водоносных горизонтов. Таким образом, у выхода источника на дневную поверхность в составе газа может возрасть количество азота и кислорода. Следовательно, относительная однородность в составах растворенных и спонтанных газов может служить признаком закрытого характера геологической структуры.

На основе данных, приведённых в пятой и шестой главах, обосновано **второе защищаемое положение** о высотных отметках локализации источников углекислых минеральных вод и глубинных температурах формирования. Эти выводы подтверждены расчетами индексов насыщения минералов и применением геотермометров.

Формулировку второго защищаемого положения нельзя признать удачной. Исследуемые объекты сами по себе находятся в совершенно разных геологических структурах и условиях. Разделение их на две категории по высотам выходов на дневную поверхность лишь констатация факта. Каких либо других доказательств того, что это играет какую-то роль при формировании химического состава углекислых вод не приводится.

Другим недостатком является отсутствие заверки данных термодинамических расчетов индексов насыщения природными данными. В пятой главе не приводится даже простого описания типа или минерального состава водовмещающих пород. А на стр. 103 так и вовсе приведено расхождение теоретических расчетов с природными условиями, при котором формирование карбонатного травертина объяснено дегазацией углекислого газа в прошлом (?). Однако, в главе 6 (стр. 118), можно понять, что формирование термальных углекислых вод происходит, в основном, при участии гранитов. Геологическая основа проработана слабо.

Непонятно для чего проводился расчет глубинных температур холодных источников. В итоге это привело к необходимости обосновывать их низкую температуру на поверхности. Другие возможные варианты не рассматриваются.

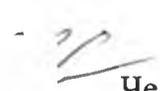
Седьмая глава является квинтэссенцией предыдущих глав и посвящена непосредственно особенностям формирования химического состава углекислых минеральных вод и выявлению основных механизмов и факторов его контролирующих. В этой главе обсуждается модель формирования углекислых вод северо-востока Тувы, характеристика которой лежит в основе **третьего защищаемого положения**. К замечаниям можно отнести довольно вольную геологическую схему, которая, судя по главе 2, подходит не всем изученным районам, тем более, что древние граниты не являются ни источниками тепла, ни источниками основных химических элементов, а лишь обеспечивают зону проницаемости.

Высказанные замечания не умоляют огромной проделанной работы, а показывают сложность фундаментальных задач затронутых автором.

Диссертация А. В. Шестаковой представляет собой законченную научно-исследовательскую работу, которая выполнена соискателем самостоятельно, с привлечением современных подходов и методик. Работа апробирована на научных конференциях различного уровня, основные результаты отражены в достаточном количестве публикаций. Исследование вносит весомый вклад в понимание процессов приводящих к формированию углекислых минеральных вод. Приведенные в диссертации результаты и выводы рекомендуется использовать при развитии курортно-рекреационных ресурсов Тувы и оценке бальнеологических характеристик источников.

Таким образом, диссертационная работа А. В. Шестаковой «Геохимия углекислых минеральных вод северо-востока Тувы» содержит решение задач, имеющих важное социальное значение для территории Тувы и отвечает критериям ВАКа Министерства образования и науки Российской Федерации, предъявляемым к кандидатским диссертациям, а ее автор Шестакова Анастасия Викторовна заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 – Гидрогеология.

Руководитель лаборатории
геохимии гипергенных процессов,
ДВГИ ДВО РАН, в.н.с., к.г.-м.н.


Челноков Георгий Алексеевич

Челноков Георгий Алексеевич
Руководитель лаборатории геохимии гипергенных процессов,
к.г.-м.н., вед.н.с.

Адрес: 690022 г.Владивосток, пр-т 100 лет Владивостоку, 159 Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Дальневосточный геологический институт Дальневосточного отделения Российской Академии наук (ДВГИ ДВО РАН) Тел: 89416624835, Сайт: www.fegi.ru, e-mail: hydrogeo@fegi.ru

Академии наук (ДВГИ ДВО)
Федеральное государственное бюджетное учреждение
науки Дальневосточный геологический институт
Дальневосточного отделения Российской академии
(ДВГИ ДВО РАН)

19 ноября 2018 г.

Диссертация и отзыв на диссертацию рассмотрены на заседании лаборатории геохимии гипергенных процессов Дальневосточного геологического института ДВО РАН 15 ноября 2018 г. (Протокол № 2)

Я, Челноков Георгий Алексеевич, согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой Диссертационного совета и дальнейшую их обработку.

19 ноября 2018 г.