

Отзыв
официального оппонента
о диссертационной работе Лепокуровой Олеси Евгеньевны
**"СОДОВЫЕ ПОДЗЕМНЫЕ ВОДЫ ЮГО-ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ:
ГЕОХИМИЯ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ"**, представленной на соискание
ученой степени **доктора геолого-минералогических наук**
по специальности **25.00.07 – гидрогеология**

Представленная к защите работа посвящена анализу геохимических особенностей содовых подземных вод юго-востока Западной Сибири и обоснованию ведущих механизмов их формирования. Проблеме генезиса и условиям формирования содовых вод посвящено большое количество работ, между тем единая точка зрения до сих пор не достигнута. Ее решение возможно в рамках общей теории взаимодействия воды с горными породами, которая активно разрабатывается и используется мировым научным сообществом. В связи с этим актуальность работы не вызывает сомнений.

В диссертационной работе О.Е. Лепокуровой рассмотрены закономерности распространения содовых вод в двух крупных разномасштабных гидрогеологических структурах юго-востока Западной Сибири и гидрогеологическая зональность, охарактеризованы геохимические особенности подземных вод, оценено их равновесие относительно ведущих минералов вмещающих пород, приведены модели формирования различных типов.

Сформулированные автором задачи исследований представляют несомненный интерес. Обращает на себя внимание широкое привлечение компьютерных средств хранения, обработки материалов, гидрогеологических расчетов и моделирования – от стандартных пакетов до программного комплекса HydroGeo. Это является одним из достоинств представленной работы. Следует также отметить большой объем химико-аналитических работ, изотопных анализов (исследовано 460 проб воды, отобранных из 157 скважин и 118 родников) и практическую значимость диссертационной работы – возможность использования полученных автором результатов организациями, занимающимися поиском и эксплуатацией минеральных вод, а также службами экологического мониторинга.

Диссертационная работа состоит из 6-ти глав, введения и заключения общим объемом 217 страниц машинописного текста. В текст диссертации включены 66 рисунка, 37 таблиц и 1 приложение. Список литературы насчитывает 302 наименования.

Во *Введении* отмечены актуальность темы проведенных исследований разнообразных содовых подземных вод, охарактеризованы научная новизна и практическая значимость выполненной работы.

В своей работе О.Е. Лепокурова акцентирует внимание на трех защищаемых положениях, которые отражают степень решения поставленных автором задач. С каждым защищаемым положением в целом можно согласиться.

По теме диссертации автор имеет 29 публикаций из перечня ВАК Минобрнауки РФ (с. 40-42 автореферата), а также одну монографию в соавторстве.

В 1-й главе *«Состояние изученности вопроса, постановка проблемы, фактический материал и методика исследований»* приведены общие представления о содовых водах, обзор механизмов содообразования, в т.ч. детально с позиции взаимодействия воды с горными породами, поставлена проблема и обоснован выбор объекта, охарактеризован фактический материал и методы исследований.

Автор акцентирует внимание на том, что формирование целой провинции уникальных разнообразных по своим характеристикам (минерализации, pH, газовому составу) содовых подземных вод в осадочных песчано-глинистых неморских отложениях не может быть объяснено известными механизмами - катионным обменом и, так называемым, классическим геологическим.

На стр. 11 и 20 имеется противоречие. На стр. 11 автор пишет: "...под содовыми (гидрокарбонатными натриевыми) понимаются подземные воды, в которых среди анионов преобладают суммарно гидрокарбонатные и карбонатные ионы, среди катионов – Na, ...за редким исключением... имеют соленость >0,6 г/л". Между тем, (на стр. 20 диссертации, пункт 2) указываются *ультрапресные (0,2-0,4 г/л) сильнощелочные (pH от 9 до 10) воды Чулымо-Енисейского бассейна*. Правомочно ли в этом случае по величине минерализации относить эти воды к III типу содовых вод (табл. 9 автореферата, стр. 19)?

На стр. 19 (пункт 3) автор пишет: "... в формировании состава содовых вод принимает участие более полная система вода - порода...- газ... - органическое вещество...". Возникает вопрос: "В сравнении с чем и почему?"

В главе 2 *«Природные условия развития содовых вод в регионе»* рассмотрены физико-географические, гидрогеологические условия и гидрогеохимическая зональность подземных вод. На основе полученных данных охарактеризованы распространение и условия залегания подземных содовых вод. Разделы главы носят общий ознакомительный характер и основаны на ранее опубликованных данных научных и производственных коллективов-гидрогеологов. Не совсем ясно, чем отличается геохимическая зональность подземных вод (в названии раздела 2.3) от гидрогеохимической зональности подземных вод, о которой идет речь на стр. 59 диссертации?

Глава 3 посвящена геохимическим особенностям содовых вод. В соответствующих разделах охарактеризованы химический, микрокомпонентный, газовый и органический составы содовых вод Чулымо-Енисейского и Среднеобского бассейнов (юго-восточная часть ЗСАБ) и Кузнецкого бассейна, Салаирского кряжа и Колывань-Томской складчатой зоны (АССО). Степень изученности подземных вод в этих гидрогеологических структурах различна. В этом плане наиболее полные данные получены в Кузнецком бассейне.

Обоснование **первого защищаемого положения** приводится в главах 2 и 3, а не как указывается в автореферате на стр. 6 (главы 1, 2, 3, 4). Диссертант совершенно справедливо отмечает, что содовые воды на юго-востоке Западной Сибири имеют региональное распространение, залегают в мезо-кайнозойских отложениях осадочного генезиса на разных глубинах в зоне замедленного (иногда активного) водообмена и между пресными $\text{HCO}_3\text{-Ca}$ и солеными Cl-Na водами. Геохимическое разнообразие позволило автору работы разделить подземные воды на пять основных типов.

Вопросы: По какой величине минерализации автор разделяет подземные воды на ультрапресные, пресные, солоноватые, соленые и высокоминерализованные? Чья классификация лежит в основе? На стр. 88 диссертации подраздел называется **«Высокоминерализованные содовые воды»**. А в тексте далее речь идет об исключительно интересных соленых содовых водах необычно высокой минерализации (4–25 г/л).

Какую нагрузку несет заливка выделенных областей на рис. 3.3? В условных обозначениях она отсутствует.

На стр. 72 диссертант снова пишет: «На общем фоне содовых вод резко выделяются пресные (0,2–0,6 г/л) высокощелочные (рН 9,0–10,3) содовые воды...», приводит соответствующие данные в таблице 3.1, не согласующиеся с приведенным в работе общим определением этого типа воды по величине минерализации.

Глава 4 посвящена особенностям изотопного состава содовых вод и водорастворенного углерода. В ней приведены новейшие изотопные данные ($\delta^{18}\text{O}$, δD , $\delta^{13}\text{C}$ вод и водорастворенных газов (CO_2 и CH_4), частично карбонатов. Они достоверно свидетельствуют о том, что в формировании содовых вод региона принимали участие исключительно метеорные воды. При этом только для уникальных высокоминерализованных содовых вод IV типа характерен «кислородный сдвиг» (на 2–7 ‰). Показано, что источник углерода практически во всех содовых водах региона биогенный (биохимический), кроме единственного исключения – углекислых вод (V тип), где присутствует, вероятно, **глубинный CO_2** . (этот факт требует дополнительных доказательств).

Вопрос: Все же, как правильнее называть содовые подземные воды юго-востока Западной Сибири – инфильтрационными или инфильтрогенными?

На рис. 4.3 (стр. 114) четко видно, что практически все фигуративные точки, кроме IV типа вод, расположены вдоль линии метеорных вод. При этом глобальная линия Крейга и локальная линия метеорных вод на данном участке графика практически совпадают. Поэтому разделение подземных вод на типы большей частью условное.

В пятой главе **«Равновесия содовых вод с минералами вмещающих пород»** освещены результаты детальных расчетов степени насыщенности подземных вод относительно минералов вмещающих пород и выявлены на этой

основе контролирующие параметры формирования вторичных минералов и различных типов содовых вод в целом - Si, Ca, HCO_3 , pH, Al.

Автор приводит веские аргументы в пользу того, что все содовые подземные воды юго-востока Западной Сибири независимо от их типа равновесны с карбонатами и глинами и неравновесны с первичными Ca-Mg-Fe-алюмосиликатами. Такое равновесно-неравновесное состояние системы обеспечивает для каждого типа свой набор равновесных вторичных минералов, при этом с ростом солености и pH вод их количество растет. Все проведенные расчеты по равновесиям подтверждены и геологическими данными. Полученные важнейшие выводы явились основой для формулировки **второго защищаемого положения**.

В *шестой главе «Механизмы и основные модели формирования содовых вод»* объяснены механизмы и приведены модели формирования содовых подземных вод разных типов. Эта глава отличается глубиной проработки огромного фактического материала. Многообразие содовых вод объясняется разным временем взаимодействия в системе вода-порода-газ-органическое вещество, дополнительными особенностями среды: наличием, либо отсутствием CO_2 и органических веществ. Принципиально важное значение имеет вывод о том, что содовые воды - это результат эволюции равновесно-неравновесной системы инфильтрационная вода-алюмосиликатные минералы, образующиеся только после насыщения вод кальцитом. На основе полученных новых данных обосновано **третье защищаемое положение**.

В **Заключении** сформулированы научные результаты работы.

Общее замечание к диссертанту. На стр. 23 работы справедливо поименованы коллеги-гидрогеологи, изучавшие содовые воды региона «напрямую и опосредованно». Из последних, кто защитил кандидатские диссертации по геохимии содовых подземных вод региона, указаны – Е.В. Домрочева (2005), О.Е. Лепокурова (2005), О.Г. Токаренко (2009), частично И.С. Иванова (2013) и М.В. Мищенко (2013). В этой связи, четко нужно было сформулировать все те новые научные выводы, полученные диссертантом, обязательно в сравнении с результатами других исследователей. От этого сама работа только бы выиграла.

Нет оснований сомневаться в том, что О.Е. Лепокуровой получен огромный фактический материал. Он должен был стать основой, по крайней мере, пяти защищаемых положений в докторской диссертации, а не трех – в работах на соискание ученой степени кандидата наук.

Завершая рассмотрение содержательной части диссертационной работы О.Е. Лепокуровой, следует отметить, что она явилась итогом исследований автора по изучению геохимических особенностей содовых подземных вод юго-востока Западной Сибири. Основные результаты исследований, изложенные в диссертационной работе, апробированы на всероссийских, зарубежных совещаниях и конференциях.

Сделанные замечания не имеют принципиального значения. В списке публикаций имеется достаточное количество статей в рецензируемых журналах, что не дает оснований оппоненту сомневаться в достоверности и новизне полученных результатов данного диссертационного исследования.

Защищаемая работа является завершенной. Выводы и положения обоснованы. Автореферат в целом отвечает содержанию диссертации, хотя оформлен не вполне в соответствии с требованием ГОСТ-Р 7.0.11-2011.

Таким образом, работа **Лепокуровой Олеси Евгеньевны "Содовые подземные воды юго-востока Западной Сибири: геохимия и условия формирования"** соответствует требованиям, установленным ВАК РФ, а ее автор заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности **25.00.07 – гидрогеология**.

Алексеев Сергей Владимирович

доктор геолого-минералогических наук,

старший научный сотрудник

Заведующий лабораторией гидрогеологии

Федерального государственного бюджетного

учреждения науки Института земной коры

Сибирского отделения Российской академии наук

664033, Иркутск, улица Лермонтова, 128

www.crust.irk.ru, salex@crust.irk.ru

(+73952426637)

Я, **Алексеев Сергей Владимирович**, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

3 сентября 2018 г.

