

ОТЗЫВ

официального оппонента

на диссертационную работу Баяндиной Элизы Олеговны
«ИССЛЕДОВАНИЕ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И РЕЗУЛЬТАТОВ
ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ИСТИРАНИЯ КЕРНА СИЛЬВИНИТОВ
ПРИ РАЗВЕДКЕ ВЕРХНЕКАМСКОГО МЕСТОРОЖДЕНИЯ»,
представленную на соискание ученой степени
кандидата геолого-минералогических наук
по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных
ископаемых, минерагения

Актуальность темы. Хорошо известно, что пермский этап галогенеза является одним из наиболее продуктивных в геологической истории Земли и характеризуется огромной площадью развития солеродных бассейнов и мощностью соленосных отложений. Мощные солевые толщи представляют значительный интерес как для народного хозяйства (агрохимическое сырье), так и для науки (как эталон условий формирования и постседиментационных процессов, минерагенической специализации и индикатор тектонических событий). В Предуральском прогибе основные месторождения солей приурочены к отложениям приуральской эпохи (кунгурский век), которые формировались во внутриконтинентальных солеродных морских водоемах с меняющейся соленостью вследствие периодического водообмена («прорыва» морских вод) с юга (Паратетис) и с севера (Арктика).

Единственным сырьевым источником для действующих производств калийной промышленности России является уникальное Верхнекамское месторождение солей (ВКМС), ценность которого в основном определяется количеством и качеством запасов сильвинитов. В последних на степень извлечения полезного компонента сильное влияние оказывает содержание нерастворимого остатка - Н. О. При этом установлено, что его содержание в сильвинитовых пластах Верхнекамского месторождения по данным разведки значительно ниже, нежели по данным эксплуатации, что обусловлено избирательным истиранием керна скважин. Отсюда вытекает цель диссертационной работы Э. О. Баяндиной - исследование геологических условий, результатов и динамики избирательного истирания керна сильвинитов при разведке одного из крупнейших мировых месторождений и разработка на этой основе методики корректировки содержания Н. О. по данным бурения. Поэтому актуальность избранной темы у оппонента не вызывает сомнений.

К защите представлена диссертация, состоящая из 2-х томов. Материал первого тома (текст) объемом 145 страниц достаточно удачно сгруппирован в 7 глав, которые предваряет введение и венчает заключение. Текст сопровождается 60 иллюстрациями, 20 таблицами и списком из 176 (на самом деле 177, есть источники под номерами 49 и 49а) литературных источников.

Во введении (стр. 7–11) обосновывается актуальность работы, описан объект изучения, определены цель и задачи исследований, показаны научная новизна и практическая значимость исследований автора, сформулированы пять защищаемых положения, а также приведены сведения об апробации работы и публикациях.

В работе Э. О. Баяндиной имеются элементы **научной новизны**. Так, впервые установлено, что динамика избирательного истирания керна сильвинитов не зависит от их разновидностей. Выявлено, что график расхождения данных разведки и эксплуатации неоднороден и представлен четырьмя участками: интервал загрязнения проб, участок отсутствия расхождений, участок прогрессирующего избирательного истирания керна, предел избирательного истирания. Показано, что геологической причиной неоднородности графика расхождений между данными разведки и эксплуатации о содержании Н. О.

является различие форм нахождения этого компонента в породе. Защищаемые положения охватывают главные проблемы, затронутые автором диссертации, и написаны вполне ясно.

Научная достоверность и обоснованность выводов исследования обеспечена очень большим количеством фактического материала и анализов. В работе использованы результаты бурения более 1700 скважин, данные бороздового опробования 4 715 сечений, а также анализ 190 проб экспериментальных полевых работ. Весь использованный фактический материал приведен в томе 2 объемом 172 страницы, который содержит 26 табличных и текстовых приложений. Качество полученных автором данных контролировалось проведением статистической обработки результатов исследований и воспроизводимостью результатов. Отсюда, эмпирическая и теоретическая база работы позволяют прийти к заключению о достоверности сделанных выводов и их обоснованности.

Глава 1 «Геологическое строение ВКМС» изложена на страницах 12–31 и дает достаточно полное современное представление о геологическом строении Верхнекамского месторождения солей – его стратиграфии, тектоники, литологии. Дана характеристика состава соляной толщи ВКМС, которая сложена каменной солью, сильвинитами, карналлитовой породой и галопелитами. Показана стратифицированность и ритмичность продуктивной толщи. Глава сопровождается необходимыми схемами, картами и фотографиями, позволяющими получить объективное представление о геологических условиях изучаемого объекта.

Имеется замечание к главе. Автор ограничился местными подразделениями пермской системы продуктивных горизонтов Верхнекамского месторождения без их привязки к современной Международной стратиграфической шкале (приуральский отдел, кунгурский ярус).

В главе 2 «Характеристика Н. О. солей» (стр. 32–51) содержится подробная информация о форме нахождения водонерастворимого остатка солей ВКМС (включения в кристаллах соляных минералов, вкрапления в межзеренном пространстве, прослой галопелитов и скопления глинистого материала). В высокоинформативной главе 4 подглавы логически связаны между собой последовательностью изложения, обосновывающей представления автора о составе и генезисе Н. О. Достаточно аргументированно (с привлечением собственного материала и данных предшественников) дана характеристика минерального состава нерастворимых примесей в солях, размещения основных силикатов по разрезу соляной толщи ВКМС, сделана попытка расшифровки происхождения Н. О. на основе разделения аутигенных и аллотигенных минералов. Отметим, что соискателем показано влияние Н. О. на технологию добычи калийных солей: процессы обогащения, снижение прочности соляных пород. Кроме того, установлена зависимость между содержанием Н. О. и количеством отходов калийного производства, что затрагивает важные геолого-экологические и социальные аспекты промышленно-урбанизированных территорий, связанные с хранением и возможностью дальнейшей переработки техногенного сырья.

В главе 3 «Состояние вопроса и постановка задач» (стр. 52–61) автор ограничился 3 направлениями согласно теме диссертации: 1) достоверность эксплуатационного опробования; 2) сопоставление содержаний Н.О. по данным разведки и эксплуатации месторождения; 3) выяснение причин расхождения этих данных, а также уравнения для корректировки данных разведки о содержании Н.О. Автор провел критический обзор результатов работ предшественников и рекомендаций Роснедр. В конце главы приводятся задачи, решение которых должно помочь соискателю выполнить поставленную цель.

1. Оценить достоверность эксплуатационного опробования.
2. Разработать методику сопоставления содержаний Н. О. по разным данным.
3. Исследовать динамику избирательного истирания керна.
4. Получить уравнения для корректировки содержаний Н. О. по данным опробования керна.

К главам 2 и 3 замечаний нет.

Глава 4 «Методика исследований и фактологическая база» (стр. 62–87) характеризует существующую методику определения содержания Н. О. в солях ВКМС, которая включает опробование и обработку проб, методику и погрешность химического анализа. В главе описаны использованные автором в работе базовые методы математической статистики (корреляционный и регрессионный анализы) для обработки фактологической базы, а также оригинальный контроль обработки проб с целью определения величины погрешности обработки на месторождении. Было установлено, что фактическая погрешность обработки проб меньше регламентированной по требованиям ГКЗ. Автором с коллегами проведен контроль качества химических анализов, достоверности бороздового опробования, размеров и формы сравниваемых участков, сопоставление содержаний Н. О. по данным бороздового опробования и опробования керна подземных скважин, исследование динамики избирательного истирания керна при разведке с поверхности. Полученные методические результаты важны для будущих разведочно-эксплуатационных работ на ВКМС.

Пожелание к главе 4. Огромный фактический материал, собранный соискателем (том 2 диссертации), требует применения более сложных методов статистической обработки геологических данных, например, методов многомерной корреляции, которая включает кластерный и факторный анализы. Кластерный анализ выделяет на основе множества переменных классы (кластеры) параметров таким образом, чтобы объекты, входящие в один класс, были более сходными по сравнению с объектами, входящими в другие классы. Факторный анализ применяется для исследования статистически связанных признаков с целью выявления определенного числа скрытых факторов. Надеемся, что данная рекомендация позволит автору получить при дальнейшем статистическом анализе еще более значимые результаты.

Глава 5 «Оценка достоверности эксплуатационного опробования» (стр. 88–99) рассматривает результаты статистически достоверного сопоставления данных разведочного бурения и разработки месторождения. При этом критерием «истинности» авторы считают эксплуатационные данные. Для оценки достоверности бороздового опробования проведены экспериментальные исследования по отбору двух бороздовых проб разного сечения: основной (3×2 см) и контрольной (6×3 см). По представительному количеству парных проб (более 30) установлено, что бороздовое опробование по содержанию Н. О. является достоверным, а пробы с разными сечениями идентичны, что позволяет надежно использовать бороздовую пробу меньшего сечения для определения нерастворимого остатка. Кроме того, результаты экспериментальных исследований показали, что определенное при бороздовом способе содержание Н. О. на ВКМС является более достоверным и приближенным к эксплуатационным данным, по сравнению с данными бурения в связи с избирательным истиранием керна. Автором после совместного анализа расхождения содержаний Н. О. по данным бороздового опробования и опробования керна скважин получены уравнения регрессии, которые можно применять на практике с целью корректировки содержаний Н. О. в керне скважин.

Замечания к главе 5.

1. Термин «истинное содержание Н. О.» и принятое сокращение Н. О._и («истинное» содержание Н. О. в сильвинитах), используемые в данной главе и в других главах, требует большей корректности. На мой взгляд, лучше было применить вместо слова «истинное» слово «достоверное» или «статистически достоверное».

2. Автор использует в диссертации (список сокращений, главы 4-6) и в автореферате (стр. 9) одинаковое сокращение «Н. О._и» для обозначения разных параметров («истинное» содержание Н. О., содержание Н. О. по бороздовому опробованию, содержание Н. О. по эксплуатационному опробованию), что вводит в заблуждение читателя.

В главе 6 «Причины расхождения содержаний Н. О. по данным разведки и эксплуатации» (стр. 100–110) рассмотрены представительные графики расхождения

результатов содержания Н. О. по разведочным и эксплуатационным данным. На графиках выявляется общая тенденция увеличения расхождений по мере повышения значения нерастворимого остатка, что обычно для геологических параметров. Кроме того, выявлено различное поведение содержаний Н. О., что обусловлено, по мнению автора, загрязнением керна скважин и избирательным истиранием керна из-за наличия в сильвинитовых пластах прослоев галопелитов, по которым происходит раскалывание керна на столбики. В главе обоснованы все защищаемые положения автора.

Замечания и вопросы к главе 6.

1. Логичнее 5-е защищаемое положение рассмотреть в главе 7.

2. Для доказательства (или опровержения) загрязнения керна твердой нерастворимой в воде фазой призабойного бурового раствора (стр. 104) можно было провести электронномикроскопические и микрозондовые исследования образцов керна.

3. В диссертации отсутствует объяснение образования «второго порога» процесса истирания керна (Н. О. $\approx 10\%$), после которого расхождение между данными разведки и эксплуатации остается постоянным (чуть более 5%).

Глава 7 «Корректировка данных разведки с поверхности о содержании Н. О. в сильвинитах промышленных пластов» (стр. 111–124) завершает работу. Здесь автором, на основе установленных в главе 6 зависимостей расхождений от содержаний Н. О., получены корректировочные уравнения для данных бурения скважин с поверхности земли. Далее проведено районирование продуктивных сильвинитовых пластов ВКМС по применению поправочных уравнений к данным геологоразведочных скважин по содержанию Н. О. На примере отдельных пластов показано влияние корректировки на изменение структуры геохимических полей Н.О. путем оценки соответствия этих полей с помощью коэффициента корреляции.

Замечаний к главе 7 нет.

В заключении (стр. 125-126) сформулированы основные результаты, полученные соискателем при выполнении исследования. Проведено опытно-экспериментальное опробование сильвинитов, осуществлен отбор двойных проб в целях контроля обработки проб по применяемым на ВКМС схемам, и получена допустимая погрешность химического анализа при определении содержания Н.О. В ходе обработки результатов химического анализа установлено, что достоверным в условиях ВКМС является бороздовое опробование. Разработана новая методика сопоставления, позволившая получить ряд ранее неизвестных закономерностей и зависимостей. Установлено, что при опробовании керна скважин подземного бурения происходит занижение содержаний Н. О. относительно содержаний по данным бороздового опробования. Интенсивность избирательного истирания керна в отношении Н. О. не зависит от разновидностей сильвинитов, а связана только с содержанием нерастворимого остатка. График расхождения содержаний Н. О. в промышленных сильвинитовых пластах по данным разведки и эксплуатации неоднороден, что связано с различием форм его нахождения в породе. Автором получена система поправочных уравнений для разных условий и проведено районирование по их применению для всех промышленных пластов ВКМС.

У оппонента имеется ряд общих замечаний к диссертационной работе и автореферату.

1. Хорошо было бы представить в конце каждой главы небольшие выводы. Исключением является глава 3, где на основе анализа результатов предыдущих исследований сформулированы основные задачи диссертационной работы.

2. На стр. 6 диссертации указан перечень нестандартных аббревиатур. А какие аббревиатуры можно назвать стандартными? По-видимому, общий («нестандартных» и «стандартных») список аббревиатур более уместен.

3. Текст автореферата (как и диссертации) перегружен аббревиатурами и сокращениями.

4. Имеется неточность в стратиграфической терминологии на стр. 6 автореферата. Вместо «...нижнепермского возраста...» необходимо «...раннепермского возраста...» или «...приуральской эпохи...».

5. Список литературы включает 177 источников (стр. 127-145), из которых 99 являются опубликованными, а 78 – фондовыми. Большой объем использованной фондовой литературы и созданной на ее основе фактографической основы еще раз указывает на уникальность исследованного объекта. Соискатель на протяжении почти 10 лет также участвовала в качестве ответственного исполнителя в составлении более 10 фондовых работ (отчеты, проекты и др.). Однако полное отсутствие в библиографии иностранных источников (а также некоторых классических отечественных работ) может указывать на игнорирование анализа зарубежной опубликованной литературы по теме диссертации. Подобный «местный» подход привел к тому, что в работе не сопоставлены полученные автором результаты с другими уникальными калийными месторождениями мира (Республика Беларусь, Канада и др.) и крупнейшими солеродными бассейнами (Западная Европа), что могло представлять большой интерес как в теоретическом плане, так и в практическом срезе для Верхнекамского месторождения.

Однако сделанные замечания и пожелания не умаляют достоинств диссертационной работы, учитывая ее бесспорную новизну, которая заключается в установлении: независимости избирательного истирания зерна сильвинитов от их разновидностей; неоднородности графика расхождения данных разведки и эксплуатации с выделением 4 участков (интервал загрязнения проб, отсутствия расхождений, прогрессирующего избирательного истирания зерна и предела избирательного истирания); различия форм нахождения нерастворимого остатка в продуктивных породах. Диссертация Э. О. Баяндиной имеет важное практическое значение, т. к. предлагаемые автором поправки к избирательному истиранию зерна позволят правильно подсчитать запасы на разведочной стадии и существенно снизят геологический риск и финансовые издержки недропользователей при добыче калийных солей.

Подводя итог, оппонент приходит к следующему заключению. Несмотря на сделанные замечания, в целом необходимо отметить, что диссертант сумел четко сформулировать научные задачи, проанализировать большой объем эмпирического материала, в полной мере обосновать защищаемые положения, выводы и рекомендации, сформулированные в диссертации, их достоверность и новизну. Диссертационная работа соответствует специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения, в частности пунктов 1 и 4 областей исследований, перечисленных в паспорте специальности. Диссертационная работа выполнена профессионально и на высоком научном уровне. Содержание диссертации отвечает содержанию автореферата и опубликованных работ и дает основания к заключению о том, что соискатель полностью выполнил поставленные задачи, удовлетворяющие основным требованиям, предъявляемым к кандидатским диссертациям. Диссертация и автореферат написаны очень четким языком, хорошо отредактированы, прекрасно иллюстрированы, дополнены табличным материалом. Основные защищаемые положения работы обоснованы фактическим материалом в виде необходимых аналитических таблиц в тексте диссертации и исходных (рядовых) данных в виде текстовых приложений с возможностью их использования будущими исследователями и верификацией выводов настоящей работы. Основные результаты и выводы диссертации апробированы на научных конференциях, опубликованы в 13 работах, из них 1 монография и 3 статьи в изданиях из перечня ВАК. Результаты проведенных исследований докладывались на заседании ГКЗ Роснедра (Москва, 2015) и на технических советах ПАО «Уралкалий» и ООО «ЕвроХим-УКК». Методика корректировки Н. О. в сильвинитовых пластах ВКМС по данным разведочных скважин утверждена Государственной комиссией по запасам и рекомендована для применения. Результаты, полученные в

диссертации, в настоящее время используются для планирования качества руд на отдельных участках ВКМС, что подтверждается актами внедрения.

Исходя из вышеизложенного, считаю, что представленная диссертация Э. О. Баяндиной является законченной и содержательной по объекту исследования, методам и результатам научной работы. В диссертационной работе изложены новые научно обоснованные технические решения и разработки, имеющие значение для развития соответствующей отрасли знаний, а также приведены сведения о практическом использовании полученных автором диссертации научных результатов. Это полностью отвечает требованиям пунктов 9 и 10 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного постановлением № 842 Правительства Российской Федерации от 24 сентября 2013 г., а ее автор, Баяндина Элиза Олеговна, заслуживает присвоения ей **ученой степени кандидата геолого-минералогических наук** по специальности 25.00.11 – геология, поиски и разведка твердых полезных ископаемых, минерагения.

Официальный оппонент,

доктор геолого-минералогических наук,
профессор кафедры региональной геологии
и полезных ископаемых

Казанского (Приволжского) федерального университета

Р. Х. Сунгатуллин

20 декабря 2017 г.

Сунгатуллин Рафаэль Харисович

420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, Казанский (Приволжский) федеральный университет

Тел. +7 (843) 292-85-77, e-mail: Rafael.Sungatullin@kpfu.ru

Я согласен на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку

