

ОТЗЫВ официального оппонента на диссертацию
на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук
Красновой Елизаветы Андреевны
на тему: «Изотопная геохимия углерода и кислорода для решения задач
поисково-разведочных работ на нефть и газ»
по специальности 1.6.11 – Геология, поиски, разведка и эксплуатация
нефтяных и газовых месторождений

Рецензируемая диссертационная работа Елизаветы Андреевны Красновой посвящена разработке методов изотопной геохимии углерода и кислорода для решения нефтегазопроисловых задач на примере многих геологических объектов.

Актуальность работы связана с **расширением** спектра научных знаний – геохимических методов исследования, разработкой и внедрением изотопной геохимии в сферу нефтегазопроисловую геологию на поисково-разведочных этапах с целью оценки перспектив нефтегазонаосности территорий, что способствует наращиванию ресурсной базы страны.

Научная новизна и научная значимость диссертационной работы Красновой Е.А. заключается в использовании изотопных маркеров углерода и кислорода в процессе геологоразведочных работ в качестве индикаторов геологических событий и процессов формирования скоплений нефти и газа. Так, **впервые** на основе изотопных маркеров кислорода и углерода уточнена стратификация отдельных разрезов на территории Крыма, Северо-Западного Кавказа и Восточной Сибири с привязкой к глобальным событиям планетарного масштаба. На примере верхнеюрских отложений Западной Сибири и Баренцева моря **впервые** была зафиксирована связь изотопного состава отдельных фракций органического вещества (ОВ) с генетическими типами отложений, что свидетельствует о схожести обстановок их осадконакопления. **Впервые** разработана и применена методика отбора материала для диагностики природы газов, что позволило достоверно определять источники газопроявлений, как на поверхности, так и в скважинах.

Полученные диссертантом результаты проведенного исследования могут быть **использованы в практическом и научном аспектах**. Разработанный и внедренный комплекс изотопно-геохимических параметров геологических

субстанций расширяет научный подход к оценке углеводородного потенциала исходных генерационных толщ, необходим для построения флюидодинамических моделей углеводородных систем, эффективно применен при прогнозе перспективности на нефть и газ Западно-Сибирского и Баренцевоморского нефтегазоносных бассейнов (НГБ), являющихся приоритетными объектами в современном мире. Автором создана фундаментальная концепция закономерностей распределения изотопного состава углерода и кислорода в породе, в исходном ОВ, в углеводородных флюидах для решения широкого круга задач на разных этапах геологоразведочных работ. Эти разработки и полученные результаты представляют несомненный интерес для нефтегазовых научных и производственных предприятий, занимающихся поиском и разработкой углеводородного сырья. Материалы и результаты работы используются в учебном процессе и включены в программы курсов для студентов бакалавриата и магистратуры геологического факультета МГУ имени М.В. Ломоносова.

Высокий уровень достоверности **разработанных критериев и полученных результатов** и обоснованность научных положений, выносимых на защиту, обусловлены применением в работе диссертанта комплекса физико-химических методов исследования пород, экстрактов ОВ, нефтей, газов и их компонентов, выполненного на современном оборудовании для масс-спектрометрии лёгких газообразующих элементов с аттестацией по международным стандартам, большим объемом экспериментальных данных и разнообразным выбором объектов исследований с различной стратиграфической, временной и литологической привязкой образцов. Сформулированные в работе выводы обоснованы, соответствуют поставленным цели и задачам и в полной мере отражают наиболее важные результаты, полученные в процессе исследования. Основные результаты исследований, их научная и практическая значимость, новизна научных выводов сформулированы как защищаемые положения, выносимые на защиту.

Основные результаты работы опубликованы. Большой объем научных публикаций в рецензируемых высокорейтинговых изданиях и участие с докладами на международных и российских конференциях свидетельствуют об апробации результатов исследования.

Диссертационная работа изложена на 241 страницах и состоит из введения, 6 глав и заключения, содержит табличный (8 таблиц) и иллюстративный материал

(81 рисунок), библиографический список включает 459 источников, из которых 289 на иностранных языках.

Во введении сформулированы цель и задача работы, ее актуальность, новизна и практическая значимость, защищаемые положения, то есть присутствуют все необходимые разделы.

Автор в первой главе на широком литературном материале показывает весь спектр научного и практического использования данных геохимической изотопии, включенных в цикл общих геолого-геохимических исследований и решающих различные по масштабам и характеру задачи при нефтегазопойсковых работах. Это краткий литературный обзор, предваряющий основное содержание диссертации и являющийся важным ее звеном. И отмечается, что на региональном и поисково-разведочном этапах изотопно-геохимические методы используются для стратификации разреза, определения палеогеографических обстановок осадконакопления и геохимической типизации ОВ, а на разведочном проводятся более детальные флюидодинамические реконструкции. В главе имеется интересный материал по использованию изотопии кислорода и углерода в периоды глобальных климатических событий, что важно в плане процессов декарбонизации современного мира.

Глава 2 посвящена методике анализа изотопного состава углерода и кислорода на основе характеристики критериев изотопных маркеров, которые определяют сохранность первичного материала и генетическую принадлежность изучаемого вещества. Это методическая глава очень важна, так как вся дальнейшая интерпретация аналитического материала связана с достоверностью получаемых данных и отбраковкой недостоверных результатов. Описывается методика отбора проб газа из закрытых туб с керном, установлены критерии достоверности для многоуровневой системы отбраковки образцов. Приводится схема методического подхода использования изотопных маркеров для анализа трансгрессивных-регрессивной цикличности строения разреза, а также в работе предложена и апробирована комплексная методика из пяти последовательных этапов для построения флюидодинамических моделей. В главе описаны методические приемы использования изотопных маркеров для решения геолого-геохимических задач на разных этапах геологоразведочных работ. Особенно важна на наш взгляд детализация подхода использования комплексных геолого-геохимических данных

на последнем разведочном этапе – методика построения флюидодинамической модели. Результаты исследования, изложенные полно и аргументировано с хорошей иллюстративной базой, сформулированы как **первое защищаемое положение**.

В **третьей главе** Краснова Е.А. разрабатывает проблему использования изотопных маркеров ($\delta^{13}\text{C}$, $\delta^{18}\text{O}$) для реконструкции палеотемператур, солёности и биопродуктивности, что позволило выявить и проанализировать глобальные климатические изменения в геологическом прошлом. Так как механизмы формирования изотопных экскурсов в фанерозое различны, автор исследовал большой массив природных объектов для каждой геологической эпохи.

На примере Крымских разрезов уточнен возраст накопления нумулитовой банки (г. Сувлу-Кая) в эоцене и базального горизонта (г. Ак-Кая), подтверждены трансгрессивные и регрессивные этапы в среднем и позднем ипре. Продемонстрирована корреляция изотопных характеристик с глобальным аноксическим событием ОАЕ-2 и сопоставлены изотопные экскурсы среднего и верхнего турона с рядом изотопных событий, установленных в разрезах Западной и Восточной Европы соответствующего возраста. В Восточной Сибири показаны геохимические аномалии в кембрийских разрезах.

Материалы исследования, представленные в главе, с элементами новизны и практической значимости, отражены во **втором защищаемом положении**.

Результаты, представленные в **главе 4**, показали, что закономерности изменения изотопного состава углерода битумоидов являются индикатором условий осадконакоплений. Исследования изотопно-геохимической характеристики ОВ проводились на обширном материале нескольких НГБ – изучались верхнеюрские отложения Западно-Сибирского и Баренцевоморского НГБ. В результате изучения изотопного состава ОВ верхнеюрских отложений Западной Сибири (более 400 образцов кернового материала в пределах Красноленинского и Сургутского сводов, Уренгойского, Ямбургского валов и Гыданской зоны поднятий), а также отложений Баренцевоморского бассейна автором была выявлена связь величин изотопного состава битумоидов с фаціальными обстановками осадконакопления, с регрессивно-трансгрессивными циклами. Расширить значимость величин изотопных маркеров автору удалось при исследовании ОВ и палеогеографической зональности хадумского горизонта Предкавказского региона, потенциально нефтегазоматеринской толщи олигоцен-

нижнемиоценового возраста. Диссертантом выявлено изменение изотопного состава углерода в ОВ разного генетического типа – аквагенного и террагенного. Показано, что по мере перехода от континентальных к морским фациям наблюдается обогащение лёгким изотопом. Таким образом, результаты исследований изотопно-геохимических изменений в автохтонном ОВ, представленные в главе 4, и являющиеся третьим защищаемым положением, подтверждают, что изменения изотопно-фракционного состава углерода битумоидов зависят от условий осадконакопления и могут применяться с целью создания генетической модели формирования ОВ и его типов в пределах единого осадочного бассейна, а также для реконструкции палеообстановок.

В главе 5 изучены изотопно-геохимические особенности газообразных углеводородов с целью идентификации источника природных газов в различных геодинамических условиях. Е.А. Красновой привлечены результаты исследований большого количества регионов, проведенных в прибрежной зоне бухты Ласпи (юго-западный Крым), в приповерхностных проявлениях на Ямбургском нефтегазоконденсатном месторождении и в разрезе баженовской свиты центральной и южной частях Западной Сибири. Для прогноза потенциально нефтегазоматеринских толщ и времени возможных процессов нефтегазогенерации рассмотрены четыре генерационно-аккумуляционные углеводородные системы, включая нефтегазоматеринские толщ, коллектора, ловушки и флюидоупоры. Анализ УВ систем был выполнен для отложений триасово-юрского, мелового, эоценового (кумская свита) комплексов и отложений майкопской серии. Вдоль принципиальных геолого-геофизических разрезов прибрежной территории Крыма проведено бассейновое моделирование 2Д.

Интересны и очень важны в научном и практическом плане исследования изотопного состава газовых составляющих баженовских отложений с типизацией их на генетические группы и с выявлением признаков подтоков миграционного газа из нижележащих прослоев. Изотопный состав газов баженовского горизонта Салымского мегавала соответствует газам, сгенерированным баженовской нефтегазоматеринской толщей, а также газам, мигрировавшим из более глубоких комплексов. Результаты главы 5 обосновывают **четвертое защищаемое положение.**

6 глава является наиболее значимой в диссертации, так как посвящена разработке и применению изотопных маркеров для создания флюидодинамических моделей формирования УВ скоплений. Показан поэтапный творческий подход к изучению объектов исследования на примере группы месторождений Каменной вершины Красноленинского свода Западной Сибири и комплексный геолого-геохимический анализ. Этапы исследования – это те необходимые знания, которые составляют каркас для реконструкции процессов онтогенеза углеводородов. Перечислим важные этапы, успешно разработанные автором по данным соотношений стабильных изотопов $\delta^{13}\text{C}$ в битумоидах и нефтях: установление условий формирования ОВ (битумоида) и жидких углеводородов, и на этой основе их генетическая типизация; оценка гидродинамической связи по данным изучения геохимических параметров в воде; оценка вторичных преобразований по данным комплексного изучения геохимических параметров $\delta^{13}\text{C}$ и $\delta^{18}\text{O}$ в карбонатном материале.

В результате системного комплексного решения проблемы автором предложена новая принципиальная флюидодинамическая модель формирования залежей исследованного месторождения на Красноленинском своде, существенно детализирующая и уточняющая ранее существующие модели, вносящая новые данные о наличии здесь вертикальной миграции по тектоническим нарушениям, которая носит импульсный (стадийный) характер и включает смешение флюидов из нескольких источников углеводородов из юрской и доюрской толщ. Автор утверждает, что помимо подтока сухого газа, лёгких и средних углеводородов в виде газоконденсатной смеси из доюрского комплекса, также, происходит подток гидротермальных флюидов, в том числе и с CO_2 из пород фундамента. Выводы к главе с достаточной доказательностью сформулированы как пятое защищаемое положение.

К работе имеются следующие замечания.

1. Защищаемые положения сформулированы недостаточно четко, несколько расплывчато, умоляя значимость полученных результатов, сообщаются в водной части автореферата, больше в нем не описываются и не объясняются. В диссертация формулировка защищаемых положений включена в заключения соответствующих глав. Первое положение очень емкое, глобальное и как бы вмещает в себя все остальные четыре. Желательно строить главы работы и в

автореферате именно по защищаемым положениям, доказывая своими научными разработками их правомерность, значимость и тем самым защищая их.

2. Стоило бы в литературном обзоре более критически подойти к описанию работ исследователей по главной проблематике диссертации – созданию изотопных геохимических показателей для решения задач онтогенеза УВ с тем, чтобы, оттенив какие-то «белые пятна», пробелы, недостатки предыдущих работ, подчеркнуть на этом фоне важность и необходимость разработок диссертанта.

3. Недостаточно убедительно на взгляд оппонента звучит вывод о подтоке УВ из глубин по данным изотопного анализа. Это очень важный вывод автора, сейчас поддерживаемый многими геологами-геохимиками о высоких перспективах доюрского комплекса Западной Сибири. Стоит расширить выводы по миграционным признакам углеводородов в баженовских отложениях центральных регионов Западной Сибири. Привести данные более широкого комплекса показателей миграционного характера битумоидов баженовской свиты, связанные в более глубокими, более прогретыми, более катагенно преобразованными палеозойскими отложениями. Это и биомаркерный анализ, содержание металллопорфириновых комплексов, данные широкого комплекса содержаний микроэлементов в нефтях и сингенетичных битумоидах, данные пиролитических исследований и др. Смещение и подток УВ из более глубоких горизонтов в отложения баженовской свиты увеличивает прогнозные возможности палеозойских отложения, придавая им собственный высокий потенциал.

Можно отметить и некоторые недоработки редакционного характера.

Указанные замечания носят скорее рекомендательный характер и не снижают научной и практической ценности работы.

Диссертационная работа Красновой Елизаветы Андреевны исполнена на высоком научном уровне и представляет собой законченную научно-квалификационную работу, выполненную на актуальную тему, связанную с решением комплексных задач нефтегазопроисхождения геологии методами изотопной геохимии. Результаты, полученные автором, имеют высокую научную и практическую значимость. Работа построена логично, методически правильно, текст изложен грамотно и прекрасно иллюстрирован. Общее содержание работы, ее основные положения и выводы полностью отражены в автореферате и в

печатных работах. Защищаемые положения обоснованы, аргументированы и доказаны.

Учитывая актуальность выполненных исследований, научную новизну, многогранность и практическую значимость полученных результатов, считаю, что представленная диссертационная работа отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует специальности 1.6.11 – Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений (по геолого-минералогическим наукам), а также критериям, определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В.Ломоносова. Диссертационное исследование оформлено согласно требованиям Положения о совете по защите диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук Московского государственного университета имени М.В.Ломоносова.

Таким образом, соискатель Краснова Елизавета Андреевна заслуживает присуждения ученой степени доктора геолого-минералогических наук по специальности 1.6.11 – Геология, поиски, разведка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений.

19.05.2026 г.

Официальный оппонент:

Пунанова Светлана Александровна, доктор геол.-мин. наук,
25.00.12. Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений
старший научный сотрудник (ВАК), главный научный сотрудник
Институт проблем нефти и газа Российской академии наук
119333, Москва, ул. Губкина, д. 3. ИПНГ РАН <http://www.ipng.ru>

Я, Пунанова Светлана Александровна, даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Контактные данные:

Специальность, по которой официальным оппонентом защищена диссертация: 25.00.12.
Геология, поиски и разведка нефтяных и газовых месторождений

Адрес места работы: 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, Институт проблем нефти и газа
Российской академии наук Тел.: 7(499 135 72 21)

e-mail: s_punanova@ipng.ru

Подпись сотрудника