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

Диссертационная работа Красновой Елизаветы Андреевны посвящена решению актуальной научной и прикладной проблемы, связанной с систематизацией и применением данных по стабильным изотопам углерода и кислорода для повышения эффективности решения различных задач в нефтяной геологии. Актуальность исследования определяется возрастающей ролью изотопно-геохимических методов при стратиграфической корреляции разрезов, типизации органического вещества, установлении генезиса углеводородных газов и построении флюидодинамических моделей углеводородных систем.

В современной нефтяной геологии исследования изотопного состава углерода и кислорода в органическом веществе, углеводородных флюидах, пластовых водах и вмещающих карбонатных породах приобретают особую значимость как инструмент решения фундаментальных и прикладных задач. Работа раскрывает возможности применимости изотопных маркеров при прямом изучении вещества на больших площадях нефтегазоносных районов помимо дистанционных и усредненных геолого-геофизических методов. В работе обосновывается необходимость комплексного исследования вещества осадочного породного бассейна и приведены примеры для ряда конкретных нефтегазоносных объектов на территории России.

Целью работы является систематизация и применение результатов анализа изотопного состава углерода и кислорода в различных средах для повышения эффективности решения прикладных задач нефтяной геологии. Для достижения поставленной цели автор решал несколько задач, включавших определение изотопных критериев для поиска месторождений нефти и газа, применение изотопных маркеров углерода и кислорода в породах для корреляции стратонов, использование изотопных характеристик органического вещества для установления источников углеводородов, анализ изотопных маркеров газовых флюидов и оценку флюидодинамических связей в пределах месторождений.

Фактическую основу диссертации составляют материалы, собранные автором в 2015–2025 гг. в сотрудничестве с научными и производственными организациями. В работе проанализирована внушительная коллекция более 2000 образцов карбонатных пород разного возраста, органического вещества и вод из основных нефтегазоносных районов России. Следует отметить значительный личный вклад автора при проведении аналитических работ на масс-спектрометре и сопутствующую пробоподготовку. Кроме того, автор осуществлял интерпретацию полученных результатов и формулировал основные выводы.

В диссертационной работе сформулировано пять защищаемых положений, которые вытекают из значительного объема аналитического материала.

Первое защищаемое положение, можно отнести к выводу общеметодического характера, который логично обосновывает необходимость комплексного изотопно-геохимического изучения объекта в системе «порода – органическое вещество – флюид» еще на стадии геологоразведочных работ в сочетании с геолого-геофизическими методами.

Безусловно, такой подход призван повысить детальность и надежность геологических прогнозов при решении задач стратификации, анализа цикличности строения разреза, типизации источников генерации флюидов, оценки миграции углеводородов и построения флюидодинамических моделей.

Второе защищаемое положение показывает, что существуют изотопные экскурсы углерода и кислорода в карбонатных породах кембрия, мела и палеогена, и почти каждый из них имеет собственное название. Это наиболее не удачное по формулировке положение, которое отражает не самую главную и не самую важную часть работы, представленной в главе 3. Содержит излишнюю детализацию при совмещении объектов, разноудаленных во времени и пространстве. Итог главы 3, основанной на изучении изотопного состава углерода и кислорода в опорных разрезах мела учебной практики университетов и кембрия Сибири, значительно удачнее сформулирован во втором абзаце научной новизны. При этом сохраняет суть защищаемого положения и результат исследования.

Три других положения формулируют выводы из глав 4, 5 и 6, которые посвящены изучению изотопного состава углерода и кислорода в органическом веществе и пластовых водах и газах. В этих главах отражена значительная квалификация автора при постановке задач и организации их решения.

Третье защищаемое положение обосновывает, различие изотопного состава битумоидов в юрских отложениях Западно-Сибирского и Баренцевоморского бассейна как отражение генетических типов разных фациальных обстановках от аллювиально-озерных, мелководных до глубоководно-морских. Обнаруженное сходство изотопных параметров позволяет коррелировать отложения.

Четвертое защищаемое положение демонстрирует, что использование изотопных маркеров углерода газов позволяет установить их природу и проследить связь газовых флюидов из различных горизонтов осадочного чехла. Полученные автором данные по пробам прямоточного газа из осадков Черного моря, Ямбургскому месторождения и баженовского горизонта Западной Сибири представляют значительный интерес, как с научной, так и с прикладной точки зрения.

Пятое защищаемое положение свидетельствует о том, что изотопно-геохимическая характеристика пород и флюидов на месторождении Красноленинского свода подтверждает флюидодинамическую связь углеводородов в отдельных залежах викуловской свиты и доюрского комплекса с органическим веществом баженовской свиты, а также указывает на термическое преобразование исходного органического вещества.

Научная новизна диссертационной работы представляется существенной и многоплановой. Впервые изотопные характеристики углерода карбонатных пород использованы в качестве средства корреляции и уточнения стратификация меловых разрезов Крыма и Северо-Западного Кавказа. Этот подход показывает принципиальную важность и потенциальные возможности метода углеродной изотопной стратиграфии, который недавно введен в качестве дополнительной шкалы для калибровки и региональной корреляции удаленных разрезов.

Развиты представления о применении изотопно-фракционного анализа битумоидов для реконструкции условий осадконакопления. Впервые для юрских отложений Западной Сибири этот подход сопоставлен с детальной седиментационной цикличностью разреза и апробирован на материалах Баренцевоморского шельфа. Кроме того, предложен и апробирован методический подход для диагностики природы углеводородных газов, основанный на отборе газа, естественно выделяющегося из керна, а также получены новые

данные по динамике изотопных характеристик современных газовых эманаций метана на мелководье в черноморской бухте Ласпи.

Практическая значимость диссертации не вызывает сомнений. Показано, что изотопные маркеры углерода и кислорода могут использоваться для фиксации реперных стратиграфических границ, корреляции геологических разрезов, отслеживания смены обстановок осадконакопления, выделения генетических групп отложений, диагностики источников и путей миграции углеводородов, а также для построения флюидодинамических моделей различного масштаба. Полученные результаты не только уточняют существующие модели нефтегазообразования, но и имеют прикладное значение для оценки перспектив нефтегазоносности изучаемых территорий.

Результаты работы по изучению изотопного состава углеводорода, пластовых вод и стратификации вмещающих пород крайне актуальны при постановке разведанных месторождений в различных нефегазносных районах на баланс ГКЗ, а также при получении заключений государственной экспертизы запасов полезных ископаемых Роснедр. Такие результаты должны включаться в Материалы геологического отчёта и представляться в Государственной комиссии по запасам (ГКЗ) Минприроды России или в территориальные комиссии по запасам (ТКЗ) в субъектах РФ.

Следует отметить, что материалы диссертации и результаты исследования используются в учебном процессе на геологическом факультете МГУ имени М.В. Ломоносова.

Работа изложена на 247 страницах и состоит из введения, шести глав и заключения. Диссертация содержит 81 рисунок, 8 таблиц; библиографический список включает 461 источник, из которых 288 — на иностранных языках.

Во введении изложены актуальность, цель и задачи исследования, представлены фактический материал и личный вклад автора, сформулированы научная новизна, положения, выносимые на защиту, практическая значимость, степень достоверности и апробация результатов. Первая глава посвящена современному состоянию геохимии стабильных изотопов для решения задач нефтяной геологии и содержит обстоятельный анализ основных направлений использования изотопных маркеров углерода и кислорода на различных этапах геологоразведочных работ. Во второй главе рассмотрены методические аспекты анализа изотопного состава углерода и кислорода в карбонатных породах, органическом веществе и водных фазах. Там же предложены критерии достоверности результатов и схемы использования изотопных маркеров для стратификации разрезов, анализа цикличности строения осадочных толщ и построения флюидодинамических моделей. В третьей главе приведены примеры использования изотопного состава углерода и кислорода при изучении карбонатных разрезов мела, нижнего палеогена и верхнего кембрия. Здесь выделены вариации и экскурсы, которые автор интерпретирует в связи с палеоклиматической и палеогеографической обстановкой. Каждой экскурс поименован и привязан к глобальному геологическому событию. Четвертая глава посвящена применению изотопно-фракционного анализа органического вещества для реконструкции условий осадконакопления и геохимической типизации органического вещества в осадочных бассейнах. В пятой главе рассмотрены возможности использования изотопных маркеров углерода углеводородных газов для установления их генезиса, стратиграфической привязки и сопоставления с возможными источниками образования. Шестая глава носит обобщающий характер и посвящена использованию изотопно-геохимических данных для реконструкции флюидодинамических систем и уточнения генетических связей между породой, органическим веществом, флюидами и пластовыми водами.

Среди общего замечания к работе, несмотря на изначальное предложение автора проводить интегрированное комплексное исследование, в тексте нет примера, где изотопные системы органического и карбонатного углерода были изучены на одном геологическом или стратиграфическом объекте.

При обзоре современных методов анализа не упоминаются технические средства, которые сделали возможным проводить "массовый анализ" изотопного состава углерода и кислорода. Именно прогресс приборной базы сделал методы "современными". Возможно, следовало пояснить возможности и ограничения. Не сказано про различие Delta и Piccaro, хотя последний вошел в практику массового анализа изотопного состава кислорода.

В главе 1, обзорные положения не имеют ссылок на первоисточник, из-за чего возникает неясность это мысль автора или другого исследователя. При обзоре докембрия пропущена ятулийская углеродная аномалия, которая впервые была выделена российскими учеными, и причиной которой было не только захоронение органического вещества, но и глобальное развитие эвапоритовых бассейнов.

В упоминании кембрийских разрезов, с сожалением для автора и научной общественности, приходится признать, что эталонные разрезы кембрия уже давно перемещены в Китай. Несмотря на положительные характеристики, российские разрезы кембрия Сибири и Якутии, давно утратили статус международных для ярусного расчленения кембрия.

В главе 2 методика, остается неясным, почему измерение изотопного состава углерода и кислорода карбонатных пород проводилось на Thermo Finnigan Scientific, органического вещества - на Thermo Fisher Scientific, а газа - на Delta Finnigan. Какие принципиальные отличая этих приборов, потребовали такого разнообразия?

По тексту главы 1 фигурирует новая единица нормализации изотопного состава углерода: VPDP, вместо V-PDB. В некоторых разделах (в частности, при обсуждении карбонатных пород разрезов мела Крыма и Кавказа) количество знаков излишне велико по сравнению с приборной ошибкой измерения. Достаточно одной цифры после запятой.

При контроле сохранности карбонатного материала не использован такой распространенный инструмент как содержания примесных элементов. Это должно усилить качество изотопных критериев. Анализ их концентраций мог бы существенно облегчить работу автора при интерпретации опреснений, диагенеза и климатических изменений среды. Геохимический анализ позволяет оценить воздействие метеорной воды на фораминиферы и на породы в полноводье рек.

Некоторое сомнение вызывают слишком высокие температуры обитания ипрских моллюсков в нумулитовой банке - до 33 градусов С. При такой температуре выживают пресноводные моллюски, мидии и устрицы живут сегодня в солоноватовых водах до 28 градусов С. Возможно, формула Крейга не учитывала сдвиг изотопного состава кислорода в водоеме, в котором обитали нумулиты? Вероятно, что взятое для расчета модельное значение среднего изотопного состава кислорода в океане, не корректно для ипрской нумулитовой банки.

В целом, общее впечатление от работы положительное. Диссертация содержит много разнообразной информации о геохимии изотопов углерода и кислорода в природном веществе. Текст объединяет результаты исследования карбонатных пород, органического вещества, пластовых вод и газов на нескольких геологических объектах разного возраста. Развивая идею об интеграции, внедрении изотопно-геохимического подхода «порода – ОВ – флюид» в процессы геологоразведочных работ, автор подробно представляет этапы ГРР

на нефтегазоносных площадях. В этой схеме логично указано место для изотопных работ в плане ГРР. Этот факт раскрывает важное практическое значение работы.

Высказанные выше замечания не снижают значимости диссертационного исследования. Диссертация представляет законченное научное исследование, имеет логичную структуру, содержит большой объемом фактического материала, полученного лично автором на измерительном комплексе. Основные положения и выводы диссертации отражены в автореферате и публикациях автора. По теме диссертации опубликовано 29 научных работ, из них 23 статьи в рецензируемых научных изданиях, рекомендованных для защиты в диссертационном совете МГУ по соответствующей специальности и отрасли наук. Основные результаты исследования прошли достаточную апробацию на всероссийских и международных конференциях.

Диссертация 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.

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.

Официальный оппонент:
доктор геолого-минералогических наук, член-корреспондент РАН
директор ФГБУН «Институт геологии и геохронологии докембрия РАН»
Кузнецов Антон Борисович

(дата) 8 июня 2026

Контактные данные:
телефон: 8 (812) 328-46-07,
Специальность, по которой защищена диссертация:
25.00.09 – Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых
Адрес места работы:
199034, г. Санкт-Петербург, наб. Макарова, д. 2
ФГБУН «Институт геологии и геохронологии докембрия РАН»
Тел.: 8 (812) 328-47-01, e-mail: adm@ipgg.ru

ЗАВЕРЯЮ

Подпись _____
Подпись сотрудника удостоверяю _____