ОТЗЫВ
официального оппонента
на диссертационную работу Чинь Куок Винь
«Геотоксикологическая оценка углеводородного сырья Юго-Восточной Азии, на примере Вьетнама. Оценка экологических рисков»,
представленную на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 - Геоэкология

Актуальность темы диссертации обусловлена возрастающим общемировым потреблением углеводородного сырья, увеличением объемов разведки и освоения месторождений нефти и газа и соответственно усилением антропогенной нагрузки на экосистемы в местах геологоразведочных работ, добычи, хранения и транспортировки углеводородов. Помимо высокой токсичности для биоты самих нефтепродуктов, важнейшим компонентом углеводородного сырья, представляющим высокие экотоксикологические риски для экосистем, являются токсичные элементы-примеси и тяжелые металлы. Особенно это актуально для Вьетнама, занимающего лидирующие позиции в Азиатско-Тихоокеанском регионе по запасам и объемам добычи углеводородного сырья на шельфе. Прогноз углеводородов, содержащих токсичные элементы, является крайне актуальной задачей, поскольку позволяет комплексно оценить риски освоения месторождений, связанные воздействием на биоту и человека и разработать мероприятия по управлению рисками.

Структура и содержание работы. Диссертация состоит из введения, пяти глав и заключения, включает 115 страниц текста, 35 рисунков и 19 таблиц, 9 приложений и сопровождается списком литературы из 117 наименований.

Во **Введении** обоснована актуальность темы диссертации, определены предмет и объект исследований, сформулированы цель и основные задачи работы, отмечена научная новизна, теоретическая и практическая значимость работы, описаны методы исследований, сформулированы защищаемые положения.

В **Главе 1** «Литературный обзор» рассмотрены геотоксикологические свойства углеводородного сырья и показаны состояние и перспективы освоения месторождений углеводородов в Юго-Восточной Азии. Отмечено, что углеводороды содержат значительное количество различных примесей, таких как тяжелые металлы и радиоактивные элементы, которые могут оказывать негативное влияние на окружающую среду. Приведены два примера массового влияния элементов примесей в углеводородах на здоровье людей: 1) токсикологическое отравление персонала при сжигании мазута с высоким содержание ванадия на ТЭС г. Дзержинска и 2) выделение больших объемов углекислого газа при разработке Астраханского газоконденсатного месторождения, вызывающих сезонный всплеск инфекционного заболевания «астраханской лихорадки», возбудителями которого являются бактерии рода Rickettsia, а переносчиками – клещи, чувствительные к содержанию CO_2 в воздухе. А известны ли подобные случаи воздействия элементов примесей углеводородов на людей или биоту в мировой практике? Автор делает вывод, что на фоне относительно высокой изученности токсикологических свойств самих углеводородов, токсичные элементы-примеси, присутствующие в углеводородном сырье практически не исследуются. Развивая эту мысль, автор справедливо отмечает, что без информации о содержании элементов примесей невозможно выполнить корректную оценку возникающих рисков для принятия

своевременных организационных и технологических решений для минимизации экологических последствий. После общего описания геотоксикологических свойств углеводородов автор знакомит нас с состоянием и перспективами освоения месторождений углеводородов в Юго-Восточной Азии. Отмечается, что этот регион является одним из наиболее активных районов разведки на шельфе в мире. При этом Вьетнам находится на первом месте по запасам и на третьем по объемам добычи нефти в Юго-Восточной Азии.

Глава 2 «Геологическая характеристика недр Вьетнама» посвящена описанию геологического строения территории Социалистической Республики Вьетнам. Большое внимание уделено рассмотрению геологических особенностей континентального шельфа как структуры наиболее перспективной с точки зрения нефтегазоносности. Отмечено, что на континентальном шельфе выделяется пять крупных нефтегазоносных бассейнов кайнозойского возраста: Сонг Хонг, Фукхань, Кыулонг, Нам Кон Сон и Малай-Тхо Чу. Для каждого нефтегазоносного бассейна приведена история формирования, связанная со сменяющимися фазами рифтогенеза в кайнозое. Геологическое описание сопровождается иллюстративным материалом, представленным схематическими разрезами каждого бассейна и в некоторых случаях сейсмическими профилями. Для двух бассейнов Кыулонг и Нам Кон Сон приведены наглядные стратиграфические схемы отражающие обстановки осадконакопления и тектонические фазы. Подобные наглядные схемы хотелось бы видеть и для других рассматриваемых бассейнов. Приведены данные о месторождениях и запасах углеводородов для каждого бассейна. Далее в разделе 2.4 соискатель проводит анализ связи токсичных компонентов в углеводородах с гранитами и рудными месторождениями, что составляет суть **первого защищаемого положения**. В своем анализе автор оперирует рисунком 21 и приложением 4. Однако, на взгляд оппонента, из этих материалов сделанные автором выводы не следуют. Вероятно, следовало бы сопроводить выводы более информативными картами, например, минерагенической картой Вьетнама и шельфа Южно-Китайского моря. Тогда для каждого из крупных нефтегазовых бассейнов необходимо было бы привести характерный перечень элементов примесей (опубликованные или авторские данные) и проанализировать их связь с химическим составом конкретных рудных месторождений. В разделе 2.5 главы 2 соискателем выполнено ранжирование нефтегазоносных бассейнов по степени геоэкологической опасности их разработки, что составляет суть **второго защищаемого положения**. Автором предложена классификация бассейнов по уровню загрязненности сырья, включающая три группы: А – с высоким, В – со средним и С – с низким риском загрязнения. Как пишет автор, в основу классификации положены данные анализа источников поступления потенциально опасных веществ и ранжирование вредных веществ по классам опасности согласно ГОСТ 12.1.007-76. В тоже время анализ источников потенциально опасных веществ в углеводородах приводится в следующей главе 3 в разделе 3.2. Получается, что анализ источников ещё не проведен, а классификация уже выполнена? Кажется, это сильно нарушает логику изложения материала. Тем не менее, ранжирование нефтегазовых бассейнов Вьетнама по уровню возможного загрязнения углеводородного сырья токсичными веществами неорганической природы, показанное в таблице 6, демонстрирует, что три их пяти бассейнов относятся к группе С, то есть к группе низкого риска загрязнения с отсутствием веществ 1 и 2 классов опасности. Выше в разделе 2.4 автор указывает, что углеводородное сырье в рассматриваемом регионе, то есть на месторождениях шельфа Вьетнама, содержит большие количества ряда элементов, таких как U, V, Ni, Mo, As, Re, Se, Co и Hg. Однако в

таблицу 6 не включены уран, ванадий, ртуть, молибден и др. Нет ли в этом противоречия? Почему эти токсичные элементы не включены в таблицу 6? В приложении 6 эти элементы снова появляются, где дана характеристика их токсичности, в тоже время в тексте работы нет ссылки на приложение 6. Необходимо пояснить на основании каких источников составлена таблица в приложении 6 и в соответствии с какими документами вещества разделены по классам опасности (например, указанный выше ГОСТ не распространяется на радиоактивные вещества, то есть уран)? Также в приложении 6 для мышьяка и никеля диапазон естественных содержаний в почвах выше, чем величина ПДК в почвах. Это может вызвать у читателя недоумение, если не сделать пояснение, что эта величина ПДК дается с учетом фона (кларка) согласно ГН 2.1.7.2041-06. Кроме этого, в приложении 6 не приведена величина ПДК для свинца, кадмия и кобальта в почвах, а лишь естественные диапазоны концентраций, хотя ПДК для Pb, Cd и Co в почвах существуют. Более того, сам соискатель в разделе 3.1 главы 3 приводит эти величины ПДК в почвах для свинца и кадмия, хотя опять же без каких либо ссылок. Таким образом, необходимо внимательно пересмотреть данные в таблице приложения 6 и в разделе 3.1.

Глава 3 «Геотоксикологическая оценка углеводородного сырья Вьетнама». Больше половины объема этой главы (раздел 3.1, 14 из 23 страниц главы 3) посвящено общему описанию токсичных свойств элементов примесей. Этот объемный общеописательный материал, возможно, лучше бы смотрелся в главе 1 «Литературный обзор» после рассмотрения вопросов геотоксикологии углеводородного сырья. А главу 3 следовало бы полностью посвятить результатам исследований автора. Не очень понятно как связаны между собой данные автора по исследованию сырой нефти месторождений Дай Хунг (бассейн Нам Кон Сон) и Белый тигр (бассейн Кыулонг), изложенные в таблице 8 и данные о содержании металлов в нефтепродуктах месторождений России и Казахстана, изложенные в таблицах 9 и 10? Логичнее сравнивать данные по содержанию потенциально токсичных элементов в сырой нефти и нефтепродуктах с месторождений Вьетнама. Но развивая мысль дальше, автор всё же приводит утверждение, что результаты анализов сырой нефти на месторождении Дай Хунг и Белый Тигр подтверждают возможность использования классификации по ранжированию нефтегазоносных бассейнов Вьетнама по степени геоэкологической опасности их разработки (раздел 2.5). Но в таблице 6 раздела 2.5 это ранжирование выполнено без участия ванадия и ртути в каком-либо бассейне. И вообще автором для этих двух месторождений изучены только три металла – ртуть, никель, ванадий из значительного перечня элементов, на основе которых соискатель проводит ранжирование бассейнов по степени геоэкологической опасности. Получается, что данных о содержании металлов ни для одного из рассматриваемых бассейнов нет, а ранжирование есть. Если эти данные действительно отсутствуют в опубликованных или фондовых источниках, то их следовало бы получить автору самостоятельно, хотя бы в виде ограниченных данных по каждому из рассматриваемых бассейнов. Без этих данных все последующие рассуждения, описанные в разделе 3.2.2, носят лишь умозрительный характер и не подтверждаются фактическим материалом. Это ещё больше обостряет проблематику, справедливо обозначенную автором в главе 1, что без информации о содержании элементов примесей невозможно выполнить корректную оценку возникающих рисков для принятия своевременных организационных и технологических решений для минимизации экологических последствий. В виде сноски к таблице 8 показаны методы исследований сырой нефти, использованные автором в виде буквенно-числовых аббревиатур. Вероятно, следовало бы вынести в отдельный подраздел описание этих методов. Необходимо отметить, что глава

или хотя бы раздел, посвященный методам исследований, в диссертации вообще отсутствует.

Глава 4 «Риски техногенного загрязнения окружающей среды при освоении углеводородов Вьетнама» посвящена обоснованию **третьего защищаемого положения**. Глава начинается с выделения пяти экологических рисков загрязнения окружающей среды при добыче углеводородного сырья, наиболее характерных для Вьетнама. Для каждого из выделенных экологических рисков приводятся мероприятия для управления и минимизации рисков загрязнения, которые и составляют суть третьего защищаемого положения. Раздел 4.1, самый короткий по объему в диссертации, автор обозначил как краткое резюме предыдущей главы 3. Однако изложенное в разделе 4.1, на взгляд оппонента, таковым не является и требует более детальных пояснений. В разделе 4.2 говорится о токсичности буровых растворов для биоты и человека, однако данные о составе основных типов растворов (о процентном содержании в них потенциально токсичных элементов и т.д.) не приведены, описание их токсичности представлено лишь в качественном ключе. В разделе 4.3 автор обсуждает риски аварийных разливов нефти и нефтепродуктов при транспортировке. Отмечается, что добытые на шельфе Вьетнама углеводороды транспортируются с помощью нефтеналивных судов и сети подводных нефтепроводов. Автор акцентирует внимание на том, что кроме транспортировки углеводородов с собственных шельфовых месторождений, риск аварийных разливов и загрязнения морской акватории Вьетнама значительно возрастает в связи с прохождением в Южно-Китайском море одного из ключевых мировых торговых маршрутов перевозки сжиженного природного газа и сырой нефти. Это закономерно ведет к росту количества разливов нефти на шельфе Вьетнама, что наглядно демонстрирует рисунок 31. На рисунке 34 диссертантом показаны карты-схемы распределения типичных мест разливов нефти за последние 30 лет в Северном, Центральном и Южном Вьетнаме. К сожалению, эти схемы трудно воспринимаются. На схемах отсутствует легенда, которая бы поясняла, что обозначает широкая полоса синего цвета близ береговой линии (маршруты транспортировки нефти?) и что обозначают разноцветные метки на схемах (голубые, синие, черные, красны, серые и т.д.). Также любые картографические материалы и схемы принято сопровождать масштабной линейкой. Вероятно, эту схему лучше было бы показать в виде целостной мелкомасштабной карты, в наглядности она бы только выиграла. Кроме этого, на схеме следовало бы показать направления морских течений для прогнозирования потоков углеводородов в случае аварийных разливов. В конце этого раздела автор вводит аббревиатуру ЛАРН или ПЛАРН (план ликвидации разливов нефти), но расшифровку не приводит, что не специалистам в нефтегазовой отрасти, вероятно, понять будет затруднительно. Раздел 4.4 диссертант посвящает детальному обсуждению рисков аварийных ситуаций при эксплуатации морских нефтедобывающих платформ в целом по миру. Однако, к сожалению, применительно к Вьетнаму возможность возникновения таких событий на морских объектах нефтедобычи автором даже не рассматривается. Были ли какие-то инциденты на морских платформах Вьетнама? В следующем разделе 4.5 автор рассматривает риски техногенных землетрясений и последствий связанных с ним. Отмечается, что добыча углеводородов может спровоцировать различные техногенные сейсмические события, в том числе достаточно мощные и разрушительные, чему свидетельствуют многочисленные примеры из мировой практики, приведенные автором. Также автор отмечает, что территория Вьетнама находится в сейсмоактивной зоне, что увеличивает риски возникновения сильных землетрясений. В разделе 4.6 автором выполнено ранжирование рисков техногенного

загрязнения на основе экспертной оценки. Весь раздел состоит из одного рисунка и двух таблиц, без какого либо описания полученных результатов. На взгляд оппонента, следовало бы подробнее раскрыть в тексте раздела 4.6 ранжирование рисков и вытекающие из этого следствия, что значительно бы улучшило восприятие материала читателями. Тоже самое справедливо и для раздела 4.7, состоящего почти полностью из одной таблицы. Кроме этого, автор обозначил лишь очень общие направления работ по минимизации экологических рисков, без рассмотрения конкретных мероприятий.

В **Заключении** приведены основные выводы, сделанные автором диссертационной работы.

Научная новизна диссертационного исследования заключается в следующем:

- впервые разработаны и сформулированы принципы ранжирования нефтегазоносных бассейнов Вьетнама по степени геоэкологической опасности их разработки;

- впервые выполнена оценка экологических рисков техногенного загрязнения при эксплуатации месторождений нефти и газа Вьетнама;

- разработана модель географической опасности для реагирования и оптимального распределения сил и средств в случае аварийных разливов нефти.

Практическую ценность имеют следующие результаты исследования:

- построены карты-схемы источников возможного поступления элементов с потенциально токсическими свойствами в нефтегазовые бассейны Вьетнама, которые могут рассматриваться как основа для прогнозирования распространения скоплений углеводородного сырья с повышенным содержанием токсичных элементов и ранжирования углеводородных бассейнов Вьетнама по уровню возможного загрязнения углеводородного сырья токсичными веществами неорганической природы.

- разработаны мероприятия для управления рисками техногенного загрязнения окружающей среды при эксплуатации месторождений углеводородов в основу которых положены знания о количестве и характере потенциально токсичных элементов углеводородов Вьетнама.

Обоснованность результатов исследования в целом. Результаты диссертационной работы докладывались и обсуждались в рамках научных конференций различного уровня: V Всероссийская молодежная научная конференция «Актуальные проблемы нефти и газа», Институт проблем нефти и газа РАН, 2022 г.; Всероссийская научная конференция «Фундаментальный базис инновационных технологий нефтяной и газовой промышленности», Институт проблем нефти и газа РАН, 2022 г.; IX Международная научно-практическая конференция Московского государственного областного университета, 2022 г.; VII Всероссийская научно-практическая конференция с международным участием «Актуальные проблемы управления ТЭК-2023», Государственный университет управления, 2023 г.

По теме диссертации опубликовано 20 печатных работ, из них 5 в изданиях, рекомендованных перечнем ВАК РФ Министерства образования и науки РФ. Все представленные в диссертации материалы полностью отражены в открытой печати, прошли необходимую апробацию среди экспертного сообщества в виде публикаций в рецензируемых изданиях и в ходе выступлений на научных конференциях, что позволяет судить об обоснованности результатов исследования в целом.

Достоверность результатов исследования обеспечивается значительным объемом фактического материала, положенным в основу диссертации, который автор собрал лично

в ходе работы с опубликованными и фондовыми материалами, а также полученным лично автором в ходе лабораторных исследований.

Автореферат содержит все необходимые сведения о диссертационном исследовании, обоснование всех трех защищаемых положений, список работ соискателя по теме диссертационного исследования и соответствует основному содержанию диссертации.

Содержание диссертации соответствует области исследования паспорта специальности 1.6.21. – «Геоэкология» (геолого-минералогические науки).

Общие замечания к диссертации и автореферату.

- В работе сами токсоопасные элементы-примеси углеводородного сырья Вьетнама соискателем практически не изучались, за исключением ограниченных данных по сырой нефти двух месторождений. Литературные данные по содержанию в углеводородах Вьетнама токсичных элементов также отсутствуют. Анализ строится на основании предположений о возможном загрязнении углеводородов. Эти теоретические предположения, безусловно, с появлением нового фактического материала должны быть подтверждены.
- Соискатель, практически не рассматривает дальнейшие пути миграции в окружающей среде элементов примесей и токсическое воздействие на биоту и человека, ограничившись лишь двумя примерами (Дзержинск и Астрахань). В случае миграции этих элементов в составе сырой нефти, например в случае аварийных разливов нефти в море, токсикологические последствия от основных компонентов нефти наступят раньше в силу значительного различия концентраций основных и примесных компонентов. Очевидно, что основная эмиссия в окружающую среду токсичных элементов происходит в процессе переработки углеводородов. Поэтому следует описать для каких сред и организмов и от каких конкретно элементов или их совокупности это воздействие будет наиболее значимым.
- Не рассмотрены механизмы обогащения рудными элементами в процессе миграции углеводородов в породах шельфа Вьетнама.
- В диссертационной работе геотоксичность элементов-примесей описана лишь качественно. Хотелось бы видеть хотя бы приблизительные количественные оценки на основе полученных автором данных по элементам из двух месторождений Вьетнама, чтобы увидеть какой уровень токсичности тех или иных примесей для человека, морских и наземных организмов. В настоящее время разработаны рекомендации для выполнения таких оценок, входными параметрами которых являются концентрация токсичного элемента и характеристики референтного организма.
- Следовало бы привести ранжирование общей токсичности всех компонентов углеводородного сырья, чтобы оценить, какой компонент будет вносить основной вклад в токсичность нефти и нефтепродуктов в пределах того или иного бассейна.
- В тексте рукописи встречается множество орфографических, грамматических, лексических и стилистических ошибок, к чему оппонент, безусловно, относится с пониманием, учитывая, что русский язык для соискателя не является родным. Тем не менее, соискателю следовало бы обратиться к своим русскоязычным коллегам для внимательной вычитки работы, поскольку в некоторых предложениях, ввиду наличия подобных языковых ошибок, кардинально меняется смысл излагаемого либо вообще теряется.

- Значительная часть рисунков и схем сопровождается надписями на английском языке, что несколько затрудняет восприятие иллюстративного материала. Можно также отметить, что в тексте диссертации нет структурного единства, нарушена последовательность изложения материала в главах и разделах.

Заключение

Диссертационная работа Чинь Куок Винь на тему ««Геотоксикологическая оценка углеводородного сырья Юго-Восточной Азии, на примере Вьетнама. Оценка экологических рисков»», выполненная под руководством кандидата геолого-минералогических наук, доцента С.П. Якуцени, является законченной научно-квалификационной работой, в основу которой положен большой фактический материал собранный лично либо при участии диссертанта. Диссертация является уверенным шагом на пути к решению фундаментальной проблемы геоэкологии, связанной с оценкой обогащения углеводородного сырья примесями элементов с потенциально токсическими свойствами, прогнозом их распространения и управления геоэкологическими рисками освоения месторождений углеводородов. Защищаемые положения корректно сформулированы и в целом обоснованы приведенным автором фактическим материалом. Высказанные оппонентом замечания нисколько не снижают ценность выполненной диссертации, наоборот они подчеркивают большой потенциал и научную значимость данной работы. Основные положения диссертационной работы отражены в пяти статьях в журналах из списка ВАК Минобрнауки России и апробированы на крупных международных и российских научных конференциях. Диссертация полностью соответствует критериям Положения о порядке присуждения учёных степеней, а соискатель Чинь Куок Винь вполне заслуживает присуждения учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.21 - Геоэкология.

Заведующий лабораторией экологической радиологии Института геодинамики и геологии имени чл.-корр. РАН Ф.Н. Юдахина,
ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН,
кандидат геолого-минералогических наук Е.Ю. Яковлев

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики имени академика Н.П. Лаверова Уральского отделения Российской академии наук
Адрес: 163000 г. Архангельск, Никольский проспект, 20
тел/факс (8182)287636, e-mail: dirnauka@fciarctic.ru сайт: http://fciarctic.ru/

Подпись Яковлева Е.Ю. заверяю:

Личную подпись Яковлева Е.Ю.
Заверяю:
Вед. специалист отдела кадров ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН
14 декабря 2023 г.

Отдел кадров