

ОТЗЫВ официального оппонента
на диссертационную работу Лам Хоанг Куок Вьет
**«ВОЗРАСТ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОД ВЕРХНЕ- И
НИЖНЕПЛИОЦЕНОВЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ДЕЛЬТЫ Р. МЕКОНГ,
ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ»,**

представленную на соискание ученой степени кандидата
геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология

Рецензируемая работа посвящена изучению гидрогеологических особенностей формирования вод плиоценовых водоносных горизонтов дельты р. Меконг (юго-западная часть Вьетнама), а также определению времени их циркуляции и выяснения расположения областей их питания. В основу работы положены полученные Лам Хоанг Куок Вьет данные об изотопном составе ($\delta^{18}\text{O}$, δD и ^{14}C) подземных вод, статистический анализ и термодинамическое моделирование.

Актуальность работы не вызывает сомнения и обусловлена слабой изученностью гидрогеологических особенностей вод плиоценовых водоносных горизонтов дельты р. Меконг. Эти воды в условиях изменения климата и антропогенного загрязнения четвертичных водоносных горизонтов возможно будут являться основным продуктивным водоносным горизонтом на данной территории в ближайшем будущем. Новые данные полученные диссертантом об изотопном составе плиоценовых подземных вод позволили понять механизмы распределения пресных и минерализованных вод в водоносных горизонтах неогенового возраста, что позволило разработать наиболее оптимальную схему их эксплуатации.

Объектом исследования являлись подземные воды верхне- и нижнеплиоценового водоносных горизонтов в дельте р. Меконг.

Целью диссертационной работы являлось исследование гидрогеологических условий и особенностей формирования химического состава подземных вод верхне- и нижнеплиоценового водоносных горизонтов в дельте р. Меконг. Для достижения поставленной цели диссертантом были сформулированы конкретные и ясные задачи, которые были последовательно решены в процессе выполнения работы.

1. Было проведено исследование изотопного состава кислорода и водорода водной фазы и оценена роль метеорных, речных, морских и седиментационных вод в формировании водного баланса разновозрастных водоносных горизонтов дельты р. Меконг;

2. Была выявлена связь факторов при формировании и смешении различных геохимических типов вод, проведено изучение сложного и неоднородного характера распределения минерализованных и пресных вод верхне- и нижнеплиоценового водоносных горизонтов в дельте р. Меконг по графикам корреляции;

3. Проведена оценка «возраста» формирования вод верхне- и нижнеплиоценового водоносных горизонтов методом радиоуглеродного датирования (^{14}C); определено местоположение областей питания изучаемых подземных вод, выявлено направление их движения и область разгрузки.

4. Выполнена оценка величины инфильтрационного питания водоносных горизонтов на основе изотопных данных.

5. Предложен статистический метод повышения точности интерполяции «Кокригинг» для случая многопеременных данных при построении специализированных карт, который опробован для территории Вьетнама.

6. Проведено исследование процессов формирования солевого состава подземных вод изучаемых горизонтов методами термодинамического моделирования при взаимодействии инфильтрационных вод с водовмещающими породами.

Работа базируется на обширном **фактическом материале** и в ее основу положены результаты исследований диссертанта полученные им при выполнении проектных работ по оценке ресурсного потенциала и эксплуатационных запасов подземных вод дельты р.Меконг. Автор непосредственно принимал участие в отборе и анализе образцов воды, определению изотопных значений ($\delta^{18}\text{O}$, δD и ^{14}C), самостоятельно создавал модели и строил специализированные карты. Диссертантом были предложены геостатистические приложения, которые позволили повысить точность процесса интерполяции.

Для решения поставленных задач был использован широкий набор взаимодополняющих **методов**, свидетельствующих о высокой квалификации и эрудиции диссертанта.

Научная новизна работы несомненна и обусловлена комплексом современных методов и подходов.

- Полученные автором новые данные позволили переосмыслить существовавшие ранее взгляды на седиментагенный генезис подземных вод дельты р. Меконг и создать новую концептуальную модель их формирования.

- Было оценено влияние разломов на движение потока подземных вод и выявлена гидравлическая взаимосвязь между водоносными горизонтами.

- Создание карт возрастов, минерализации и рН подземных вод для различных водовмещающих горизонтов изучаемой территории позволило определить закономерность формирования солевого состава этих вод и оценить основные пути поступления загрязняющих веществ.

- Существенное различие в корреляционных зависимостях между расчетными значениями модели и фактическими значениями показало эффективность геостатистической интерполяции «Кокригинг» для повышения точности полученных результатов.

- Новые данные по радиоуглеродному датированию позволили определить величину инфильтрационного питания глубоких водоносных горизонтов, что сделало возможным уточнить эксплуатационные запасы подземных вод дельты р. Меконг.

Очевидна и **практическая значимость** представленной работы, в которой на основании исследований стабильных изотопов ($\delta^{18}\text{O}$ и δD) для вод плиоценовых и четвертичных водоносных горизонтов дельты р. Меконг выяснены региональные

закономерности формирования их водного баланса. Эти сведения совместно с данными о гидродинамических параметров и химическом составе могут быть положены в основу построения локальных и региональных гидрогеологических моделей. Полученные данные позволяют провести разработку оптимальной схемы эксплуатации системы водозаборов и минимизировать риски появления интрузии солёных вод в пределы эксплуатируемых водоносных горизонтов.

Предложенная диссертантом методика применения геостатистической интерполяции «Кокригинг» для обработки многопеременных данных в гидрогеологии позволяет существенно повысить точность построения различных гидрогеологических и гидрохимических карт, что обеспечивает повышение качества прогноза.

Результаты, представленные в диссертационной работе, позволяют сделать вывод о том, что основная цель работы достигнута, а все задачи, поставленные перед соискателем, успешно решены. Достоверность и надежность полученных результатов не вызывает сомнения, поскольку обеспечивается анализом большого количества фондовых и опубликованных материалов, использованием значительного объема аналитических данных и подтверждается использованием надежных методов, а также современных технологий.

Диссертационная работа Лам Хоанг Куок Вьет построена традиционным образом, изложена на 160 страницах и состоит из введения, 5 глав, заключения и списка литературы, включающего 92 источника. Текст диссертации проиллюстрирован 55 рисунками и 25 таблицами.

Во введении диссертации автором сформулированы цель и задачи исследования, обоснована актуальность проблемы. Первая глава представляет собой описание физико-географических, геологических, гидрогеологических условий дельты р. Меконг и показана их связь с процессами формирования, качества и количества подземных вод. В этой главе также описаны проблемы, которые возникают при эксплуатации пресных вод региона. Во второй главе автор рассматривает результаты уже опубликованных исследований о генезисе и возрасте подземных вод на изучаемой территории. Проведенный анализ данных показывает, что до начала исследования диссертанта формирование подземных вод дельты р. Меконг не имело однозначного решения. В третьей главе приведена информация о геологическом строении и гидрогеологических условиях верхне- и нижнеплиоценового водоносных горизонтов в области дельты р. Меконг. В четвертой главе приводятся методы и методики исследования, использованные в данной работе. Глава состоит из трех больших разделов, в которых весьма детально описаны особенности применения стабильных и радиоактивных изотопов, методы статистической обработки аналитических данных и термодинамическое моделирование системы «вода-порода».

В главе пять представлены и обсуждаются результаты собственных исследований соискателя. Проведенное изотопно-геохимическое изучение воды верхне- и нижнеплиоценового водоносных горизонтов в дельте р. Меконг показало,

что на формирование химического состава данных вод оказывают влияние климатические, геолого-гидрогеологические, геохимические и тектонические факторы. В этой главе также представлены результаты термодинамического моделирования взаимодействия вода-порода выполненное в программе Hch-Windows. Заключение содержит выводы и рекомендации, полученные по итогам исследования.

Принципиальных замечаний по диссертационной работе Лам Хоанг Куок Вьет нет, однако несмотря на общую положительную оценку работы, имеется ряд замечаний к ее оформлению и содержанию.

Основные замечания к содержательной части работы:

1. В главе 1 «Физико-географические и геолого-гидрогеологические условия территории дельты р. Меконг» представлена гидрохимическая характеристика подземных вод на изучаемой территории (раздел 1.3.2). Остается неясным, чью классификацию автор брал за основу типизации? Кто делал данную типизацию? Диссертант или это литературные источники. Что такое сокращенная формула Курлова (таблицы 1.1. и 1.2)? И что обозначает параметр «соотношение %»? Между чем это соотношение?

2. Очень неудачно составлена Таблица 1.3. Непонятно зачем было представлять разброс значений по минерализации, указывая минимальное и максимальное значение, а потом строчкой ниже опять представлять разброс значений параметра, но уже с пометкой преимущественно. Стоило также указать количество определений.

3. В главе 2 «Анализ результатов гидрогеологических исследований, ориентированных на изучение генезиса подземных вод в дельте р. Меконг» автор, анализируя литературные сведения о возрасте и направлении движения подземных вод, ссылается на рисунки 2.2, 2.3 и 2.4. Во-первых, рисунки весьма плохого качества и на них сложно что-либо разобрать, а, во вторых, на самих рисунках нет ссылок на литературные источники.

4. Глава 3 «Геолого-гидрогеологическое строение верхне- и нижнеплиоценового водоносных горизонтов района дельты р. Меконг» нуждается в глубокой переработке. Часть текста о гидрогеологических условиях изучаемых горизонтов повторяет материал, уже представленный в главе 2. В то же время, химический состав вод охарактеризован весьма плохо – совсем нет фактических данных. Дана типизация подземных вод по составу, однако не ясно в каком порядке написаны ионы – в убывающем или возрастающем. Кроме того, разброс значений по минерализации весьма велик, как например 0,03 – 28,7 г/л для первого бассейна, однако, абсолютные концентрации ионов отсутствуют, поэтому проверить правильность дальнейших рассуждений автора не представляется возможным.

5. На рисунке 3.7. представлена карта распределения пресных и минерализованных вод в нижнеплиоценовом горизонте в дельте р. Меконг. Однако, неясно кто строил эту карту? Если диссертант, то по какому принципу происходило оконтуривание пресных и минеральных вод.

6. Так как определение углерода-14 выполнялось методом жидкостной сцинтилляции, которое требует значимых количеств углерода в образце, то необходимо было указать в диссертации какой объем пробы использовался при пробоподготовке.

7. В главе пять приводится возраст подземных вод, рассчитанный на основе данных по радиоуглероду. По мнению оппонента, стоило бы привести удельную измеренную активность ^{14}C в каждом исследуемом образце, и указать на основе какой модели был рассчитан возраст. Необходимо указать точность расчета. Из текста диссертации остается неясным, сделана ли поправка на изотопное фракционирование углерода в системе. Кроме того, необходимо указать источник углерода в водах, так как именно его возраст автор и определяет.

8. Оппонент не согласен с выявленными автором корреляционными зависимостями между содержанием хлор-иона и возрастом подземных вод изучаемых водоносных горизонтов (рисунки 5.11 и 5.16). Четыре фигуративные точки для вод с минерализацией >100 мг/л не позволяют выявить такой корреляции, а в водах с минерализацией <100 мг/л присутствует значительное множество данных, выпадающих из предложенной автором корреляционной зависимости.

9. На рисунке 5.5. отсутствуют линии смешения подземных и морских вод и локальная линия метеорных вод.

10. При представлении результатов термодинамического моделирования хотелось бы увидеть реальный состав (минералогический и химический) водовмещающих толщ. Текущая подача материала, не позволяет проверить достоверность выполненных термодинамических моделей.

11. Из текста работы практически неясно на основании, каких данных построены рисунки 5.23, 5.24 и 5.26. Это расчётные/модельные данные?

12. В тексте диссертации встречается много грамматических, лексических и пунктуационных ошибок.

Указанные замечания в значительной степени являются дискуссионными, касаются, главным образом, способа изложения материала и его оформления и не снижают достоинств диссертационной работы, которая является завершённой научно-квалификационной работой, выполненной на хорошем уровне.

Основные результаты диссертационной работы были доложены на международных и российских конференциях, а также широко представлены в рецензируемых изданиях (8 публикаций), из них 2 – журналы из списка рекомендованных ВАК

Результаты диссертационного исследования сформулированы в трех защищаемых положениях, которые аргументированы и подкреплены значительным количеством аналитических данных. Автореферат в полной мере отражает основное содержание диссертации.

Таким образом, диссертация Лам Хоанг Куок Вьет «Возраст и условия формирования вод верхне- и нижнеплиоценовых водоносных горизонтов дельты р. Меконг, по данным изотопно-геохимических исследований» является законченным научным исследованием, выполненным автором самостоятельно на высоком научном уровне.

С учетом вышеизложенного диссертация «Возраст и условия формирования вод верхне- и нижнеплиоценовых водоносных горизонтов дельты р. Меконг, по данным изотопно-геохимических исследований», соответствует требованиям установленным Положениями о присуждении учёных степеней (утверждено

постановлением Правительства РФ от 24.09.2013 N 842 (ред. от 01.10.2018, с изм. от 26.05.2020) "О порядке присуждения ученых степеней", а её автор Лам Хоанг Куок Вьет заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – гидрогеология.

Харитоновна Наталья Александровна
д.г.-м.н., доцент,
профессор кафедры гидрогеологии
федерального государственного бюджетного
образовательного учреждения высшего
образования «Московский государственный
университет имени М.В.Ломоносова»
Адрес: 119991, г. Москва,
ул. Ленинские Горы, 1
<http://www.msu.ru/>
E-mail: tchenat@mail.ru
Тел.: +7-914-705-00-38

Я, Харитоновна Наталья Александровна, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета, и их дальнейшую обработку.

« 05 » июня 2023 г.

Подпись _____
Харитоновна Н. А.
Зав. канцелярией геологического ф-та
М.Г. Вебер

