

ОТЗЫВ

официального оппонента, кандидата геолого-минералогических наук

Ивана Валерьевича Брагина на диссертационную работу

**«ВОЗРАСТ И УСЛОВИЯ ФОРМИРОВАНИЯ ВОД ВЕРХНЕ- И
НИЖНЕПЛИОЦЕНОВЫХ ВОДОНОСНЫХ ГОРИЗОНТОВ ДЕЛЬТЫ Р. МЕКОНГ,
ПО ДАННЫМ ИЗОТОПНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ,**

представленную **Лам Хоанг Куок Вьет** на соискание учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология

Диссертация представлена на 160 страницах, состоит из введения, пяти глав, заключения и списка использованной литературы из 92 источников. Работа включает в себя 55 рисунков, 25 таблиц.

В основу работы положены результаты исследований, полученных диссертантом при проведении проектных работ в области изучения ресурсного потенциала и эксплуатационных запасов подземных вод в Центре ядерной техники города Хошимин, республика Вьетнам. Автор принимал непосредственное участие как в отборе и анализе образцов воды, так и занимался построением моделей и специализированных карт. Автор предложил методы статистической обработки данных, которые позволили повысить точность процесса интерполяции. При участии автора также выполнена серия термодинамических расчетов, моделирующих процессы формирования солевого состава вод.

Актуальность исследований вызвана разработкой научно-обоснованной схемы эксплуатации подземных вод плиоценовых водоносных горизонтов в дельте р. Меконг. Последняя направлена на обеспечение рационального потребления водных ресурсов и сохранение в длительной перспективе оптимального качества подземных вод в густонаселенных районах Вьетнама, испытывающих проблемы водоснабжения. Следует учитывать, что качество и запасы неглубоких водоносных горизонтов напрямую зависят от изменения климата и антропогенного загрязнения. Поэтому в планировании эксплуатации подземных вод дельты р. Меконг наибольшие перспективы, обеспечивающие устойчивое развитие региона, связываются с плиоценовым водоносным комплексом. Распределение пресных и минерализованных вод в водоносных горизонтах неогенового возраста носит очень сложный и неоднородный характер, что затрудняет разработку оптимальной схемы их эксплуатации. В связи с этим, целью работы являлось исследование гидрогеологических условий особенностей формирования химического состава подземных вод верхне- и нижнеплиоценовых водоносных горизонтов в дельте р. Меконг. Для достижения

поставленных целей диссертантом решался ряд задач: оценка вклада метеорных, речных, морских и седиментационных вод в формирование водного баланса разновозрастных водоносных горизонтов дельты р. Меконг; определение местоположения областей питания, направления движения и областей разгрузки вод верхне- и нижнеплиоценовых водоносных горизонтов; выявление процессов формирования солевого состава. При этом использовались методы изотопной геохимии, радиоуглеродного датирования, термодинамического моделирования, а также геостатистической интерполяции данных.

Структура работы выглядит продуманной, количество глав обосновано. В первой главе диссертант вводит нас в проблематику работы: описывает физико-географические условия территории, геологическое строение и гидрогеологические особенности, затрагивает вопросы тектоники, описывает проблемы водообеспечения хозяйственной деятельности жителей региона. Вторая глава посвящена обзору литературных данных, касающихся истории гидрогеологических исследований генезиса подземных вод в дельте р. Меконг, в ней автор описывает накопленный в ходе многолетних исследований материал. В третьей главе диссертант подробно останавливается на геолого-гидрогеологическом описании состава и строения в разрезе и по площади верхне- и нижнеплиоценовых водоносных горизонтов района исследований, проводит районирование территории на четыре гидрогеологических бассейна, описывает гидрохимические параметры вод. Четвёртая глава посвящена методам исследований: подробно описаны особенности применения изотопной гидрогеологии в изучении стабильных и радиоактивных изотопов, описаны методы статистической обработки аналитической информации, особое внимание уделено термодинамическому моделированию системы «вода-порода-газ» при помощи программы HCh для Windows. Как итог, в пятой главе описываются результаты использования всех описанных ранее методов применительно к дельте р. Меконг: оценка условий формирования подземных вод по данным изучения стабильных изотопов кислорода, водорода и по изотопному радиоуглероду ^{14}C с оценкой величины инфильтрационного питания водоносных горизонтов; термодинамического моделирования и статистической обработки, которые в итоге входят в модель формирования подземных вод верхне- и нижнеплиоценовых водоносных горизонтов.

В заключении автор приходит к выводу о том, что формирование водного и солевого баланса нижне- и верхнеплиоценовых водоносных горизонтов имеет сложный характер и происходит как минимум за счет двух источников: пресных инфильтрационных и минерализованных седиментационных (морских) вод. Это необходимо учитывать при разработке схемы эксплуатации водных ресурсов этих горизонтов и организации текущего мониторинга за качеством добываемых вод, а также при поиске решений для повышения

инфильтрации метеорных вод в областях питания. Впервые произведённый расчёт величины инфильтрационного питания водоносных горизонтов позволил диссертанту оценить потенциальные и эксплуатационные запасы. Решающие факторы для выбора мест заложения водозаборных скважин связаны с процессом изменения минерализации и качества подземных вод, которые могут послужить основой для оптимизации режима эксплуатации водозаборов. При этом необходимо учитывать геолого-структурные особенности территории и по возможности избегать обустройства последних вблизи крупных региональных разломов. Построенная диссертантом карта возраста подземных вод изучаемой территории с коэффициентом корреляции 0,97 для верхнеплиоценового и 0,99 для нижнеплиоценового горизонта подтверждает высокую эффективность геостатистического метода. Таким образом, результаты исследования являются достоверной базой для гидрогеологических исследований и решают сложные проблемы планирования, управления и использования водных ресурсов дельты р. Меконг.

Однако стоит отметить, что диссертационная работа не лишена недостатков, которые оппонент выделил отдельно в «Замечаниях»:

1. Во введении диссертант утверждает, что объектом исследований являлись подземные воды плиоценового горизонта, но в «личном вкладе» указывает также и изучение атмосферных осадков, хотя в тексте диссертации этой части практически не уделено внимание.

2. Рисунки во введении очень плохого качества: символы и подписи не читаемы, не достаёт разломов нет масштаба, не всегда рисунок находится в том месте, где идёт его упоминание, отсутствуют подписи осей. И вообще в первом разделе не хватает хорошей географической карты, охватывающей водоразделы всех рек, впадающих в р.Меконг. Анализируя карту, можно было бы по возможности расширить географию исследований и на территорию соседних государств. Однако, такое исследование требует отдельной постановки задачи и соответствующих договорённостей между странами.

3. Таблица 1.1. - не понятно значение заголовка «сокращённая формула Курлова», «соотношение в %». В таблице 1.2. описываются химические типы вод, а не особенности его состава. В таблицах присутствуют артефакты в виде не переведённых частей, особенно единиц измерения.

4. Третья глава по содержанию полностью перекрывает части первой главы, которые можно было бы убрать из текста.

5. В четвёртой главе, посвящённом методам исследования, очень не хватает ссылок на использованные источники. Создаётся впечатление, что диссертант является автором всех приведённых рисунков, но скорее всего это не так.

6. С точки зрения методологии проблема использования радиоуглерода в датировке подземных вод заключается в многокомпонентности источников. Мы не знаем на каком этапе происходит подмешивание вод с другой изотопной меткой.

7. Рисунок 5.1. нечитаемый: не хватает разрешения; фигуративные точки отбора проб лучше отметить разным цветом.

8. При описании подземных вод желательно давать описание конструкции скважины, её обсадки и фильтров.

9. Диссертант утверждает, что точки, характеризующие значения изотопов ^{18}O и D для подземных вод в верхнеплейстоценовом (qr3), верхне-средне-плейстоценовом (qr2-3) и нижнеплейстоценовом (qr1) водоносных горизонтах, расположены рядом с точкой, характеризующей поверхностные воды (рисунок 5.3). Оппонент не согласен с данным утверждением, поскольку для выбранных точек подземных вод наблюдается вариация значений ^{18}O и D от -8 до -4 и от -58 до -29 промилле соответственно.

10. Автор использует термин «высокие» значения ^{18}O и D , а в научной литературе принято использовать «тяжелые» и «лёгкие» изотопные метки.

11. Использование термина «седиментационные воды» на мой взгляд не совсем корректно, поскольку помимо изотопной метки по кислороду-водороду в таких водах должны быть особый катионный состав, а также соотношения $\text{Cl}/\text{Br}/\text{B}$. Тут налицо влияние современных морских вод или вод трансгрессии, то есть процесса «засоления» прибрежных подземных вод, который широко распространён во многих прибрежных регионах.

12. Методики отбора проб на радиоуглерод, а также описание пробоподготовки следовало упоминать в соответствующем разделе «Методы». Осаждение гидрокарбоната требует внимания к условиям хранения и транспортировки реагента (по-видимому, это BaCl_2), способного поглощать углекислый газ из воздуха, омолаживая метку. Об этом, могут свидетельствовать минимальные значения для разновозрастных водоносных горизонтов.

13. При моделировании диссертанту следовало приложить данные о реальном минеральном составе вмещающих коренных пород, а не апеллировать к «кальцию глинистых пород», «магнезиальным минералам пород», «кальциевым полевым шпатам» и т.д.

14. В таблице 5.17, да и везде в тексте, следует округлять значения с учётом погрешности. Например, имея значение 44.544 с погрешностью 10%, нет смысла указывать дробную часть.

15. В тексте вместо ссылки на рисунок 5.20 указывается ссылка на рисунок 4.

16. При сравнении модельных растворов следует прилагать таблицы, отражающие состав природных вод, с которым соотносится модельный раствор.

17. Автор заявляет «в природных условиях в установлении величины pH раствора существенную роль играет Cl-ион», но упускает из внимания немаловажный факт, что присутствие щелочных элементов (натрия) нивелирует влияние соляной кислоты на pH раствора. Ведь морская вода имеет слабощелочную реакцию и хлоридно-натриевый состав. В этом же ключе вводит в ступор заявление о формировании «кислых (pH <6) содовых вод метеорного генезиса» – это как возможно?

18. При упоминании Фландрской трансгрессии оппонент советует использовать значение изменения уровня моря с возможным нанесением области влияния на рассматриваемую территорию.

Несмотря на упомянутые выше замечания, диссертационная работа Лам Хоанг Куок Вьет представляет собой результат детальных изотопно-геохимических исследований возраста и условий формирования вод верхне- и нижнеплиоценовых водоносных горизонтов дельты р. Меконг. Основана она на детальной проработке литературного и фактического материала, полученного диссертантом непосредственно и огромного массива обработанных данных методами статистического моделирования. Работа показывает способность диссертанта к тщательному анализу и обобщению данных полученных при помощи комплекса изотопных, физико-геохимических и статистических методов. Результаты исследований и основные положения диссертационной работы были доложены на шести мероприятиях (конференциях, совещаниях, симпозиумах) в период с 2016 по 2019 года и отразились в восьми публикациях, две из которых в журналах списка ВАК. Защищаемые положения раскрываются в тексте диссертации. Автореферат полностью отражает содержание диссертационной работы. Полученные результаты могут и должны использоваться при проектировании водозаборов на территории дельты р. Меконг, так сильно нуждающейся в настоящее время в имеющихся запасах качественных подземных вод. Подходы и методы, использованные в работе, могут быть использованы для проведения подобных научных исследований на других прибрежных территориях, подверженных засолению и нуждающихся в воде. Замечания, сделанные оппонентом, не являются критическими и не снижают научной и прикладной значимости диссертационной работы Лам Хоанг Куок Вьет.

Из вышеизложенного следует заключить, что рассматриваемая диссертационная работа представляет результаты законченного оригинального научного исследования и полностью соответствует критериям, 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" для ученой степени кандидата наук. Лам Хоанг Куок Вьет заслуживает присвоения ему учёной степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.6 – Гидрогеология.

Брагин Иван Валерьевич, кандидат геолого-минералогических наук по специальности 25.00.07 «гидрогеология», старший научный сотрудник, руководитель лаборатории геохимии гипергенных процессов Дальневосточного Геологического Института Дальневосточного отделения Российской академии наук

Адрес: 690022, г. Владивосток, пр-т 100-летия Владивостоку, 159, ДВГИ ДВО РАН

Тел. +79147075250, **e-mail:** bragin_ivan@mail.ru

Я, Брагин Иван Валерьевич, даю согласие на включение своих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

25.04.2023г.

/И.В.Брагин/

