

**ОТЗЫВ официального оппонента**  
**на диссертацию на соискание ученой степени**  
**кандидата географических наук Ткач Алпы Алкеевны**  
**на тему: «Палеогеография Каспийского моря в позднем плейстоцене и**  
**голоцене на основе изотопно-кислородного анализа остракод» по**  
**специальности**  
**1.6.14 — «Геоморфология и палеогеография»**

Самое большое в мире озеро – Каспийское море – имеет большое значение для нашей страны из-за ресурсов ценных пород рыб и морепродуктов, запасов углеводородного сырья, проблем судоходства; развития промышленности, сельского хозяйства и рекреации в прибрежных районах суши; роли в отношениях с другими странами региона и в обороноспособности. Поэтому научные исследования бассейна очень важны.

Несмотря на длительную историю изучения Каспийского моря в области географии, четвертичной геологии и палеогеографии, палеоклиматологии, геоморфологии, остается много дискуссионных проблем, например, касающихся колебаний уровня моря за последние 25-30 тыс. лет, т.е. периода, исследуемого в рассматриваемой диссертации. Продолжаются споры относительно фаз и стадий трансгрессий и регрессий бассейна, деталей стратиграфического расчленения и стратиграфической корреляции между различными областями Каспия.

Диссертация А.А. Ткач пытается дать ответы на некоторые из упомянутых вопросов на основе метода, который впервые применяется для данного региона – систематического изотопно-кислородного анализа раковин остракод из донных осадков.

Диссертация состоит из Введения, 5 глав и Заключения. Она содержит 5 приложений, 4 таблицы, 35 рисунков. Список литературы включает 289 источников. Объем работы составляет 191 стр.

Во Введении рассмотрены актуальность выполненной работы, цель и основные задачи исследования; указаны объект и предмет исследования. Обоснована научная повизна работы, теоретическая и практическая значимость исследования. Приведены 4 основных защищаемых положения. Указана степень достоверности диссертации. Все вышеперечисленное я буду обсуждать в конце своего отзыва.

В основе работы лежат исследования трех коллекций раковин остракод, собранных в разные годы другими специалистами и переданных для анализа диссертанту. Она провела микрофаунистический анализ остракодовых комплексов (всего изучено порядка 15 тыс. раковин) и – после тщательного изучения методических проблем пробоподготовки – изотопно-кислородный анализ 258 образцов раковин остракод (пробы были исследованы в лабораториях института GEOMAR (Киль, ФРГ) и ДВГИ (Владивосток, Россия). А.А. Ткач проведена большая работа по интерпретации полученных данных и использованию серьезного объема литературных сведений для обобщения всего материала по палеогеографии региона за последние 25-30 тыс. лет.

Апробация работы выглядит вполне солидной. Она включает в себя 44 публикации, включая 5 статей в рецензируемых изданиях из списков SCOPUS, WoS, RSCI, а также доклады на многочисленных российских и зарубежных конференциях с 2018 по 2022 г.

Глава 1 посвящена природным условиям региона исследований. Раздел 1.1 освещает геологическое и геоморфологическое строение. Здесь описано деление Каспия на 3 района: Северный, Средний и Южный, с их площадями, объемом водной толщи, основными чертами морской геоморфологии. К удивлению оппонента, ничего не сказано о том, что вышеуказанное районирование Каспия в своей основе имеет 3 основных тектонических элемента, на которые наложен Каспийский бассейн (с севера на юг): Прикаспийскую перикратонную впадину Восточно-Европейской платформы; Туранскую плиту; Альпийский складчатый пояс.

В разделе 1.2 по литературным данным описаны важные для диссертации сведения о современных климатических, гидрологических и гидрохимических условиях. Отмечено, что Северный и Средний Каспий относятся к полосе континентального умеренного климата, а Южный – к субтропическому климату. Почему-то автором не отмечена аридная специфика большей части восточного континентального обрамления бассейна. В разделе приведены данные по температуре, солености, рН, щелочности, водному балансу, циркуляции вод. Обращает на себя внимание полное отсутствие иллюстраций, что сильно затрудняет восприятие текста.

В главе 2 дается обзор современных представлений о палеогеографических событиях в Каспийском регионе в конце ледникового периода и в голоцене. Рассматриваемая история подразделена на 5 этапов: 1) вторая половина МИС (морской изотопной стадии) 3 – начало МИС 2; 2) максимум последнего оледенения (LGM) во время МИС 2 (здесь оппонент удивил высокий уровень Каспия); 3) МИС 2 – деградация оледенения; 4) конец МИС 2 – начало голоцена (начиная с этого этапа Каспий уже представлял собой озеро); 5) МИС 1.

Описаны последовательности хвалынской трансгрессии, мангышлакской регрессии, новокаспийской трансгрессии. Указаны их возрастные рубежи, уровни моря, изменения климата, элементы водного баланса, и т.д. К сожалению, и в этой главе иллюстрации отсутствуют.

Глава 3 освещает методику и материалы исследования. В разделе 3.1.1 рассмотрены методы микрофаунистического анализа остракод. В современный период уделяется повышенное внимание точности определения координат станции пробоотбора и характеристике орудия отбора проб донных осадков. К сожалению, по независящим от диссертанта причинам, здесь у А.А. Ткач имеются проблемы. Коллекция Е.Д. Гофман была собрана до 1964 г., когда спутниковой навигации еще не было. Соответственно, точность определения координат не слишком высокая. Для проб из коллекции А. Джавадовой координаты вообще не приводятся. Большая часть проб (за

исключением керна буровых скважин) отбиралась дночерпателями и грунтовыми трубками. Последние разбивают поверхность осадка на глубину до 5-14 см. В настоящее время для изучения современных процессов используют бокс-кореры, мультикореры, трубки Наймисто и прочие приборы, сохраняющие придонную воду, наилку и поверхностный слой донных осадков. При этом в Каспии содержание Сорг. в наилке местами достигает 7 %. Его минерализация вызывает поток  $\text{CO}_2$  в воду, который растворяет  $\text{CaCO}_3$ . Таким образом, многие важные для А.А. Ткач данные по современным параметрам седиментации, которые ею используются в диссертации, не полностью отвечают принятым ныне требованиям.

Опять же по независящим от диссертанта причинам, в работе отсутствует анализ количественных параметров, характеризующих содержание остракод в осадке (например, количество раковин в 100 г сухого осадка). Это – очень важный параметр, используемый для определения биомассы различных представителей мейобентоса.

В разделе 3.1.2 рассмотрены методические основы анализа изотопов кислорода в раковинах остракод. Выявлено, что метаболические эффекты влияют на утяжеление изотопного состава углерода в раковинах.  $\delta^{18}\text{O}$  может корректироваться и в зависимости от палеосолёности. Достижением автора является внимательное рассмотрение методов очистки раковин перед изотопным анализом и выбор оптимальных методов именно для исследуемых образцов.

Раздел 3.2.1 содержит описание проб из «донных осадков» (термин автора, правильнее назвать их «поверхностный слой донных осадков», т.к. донные осадки находятся и в колонках, и в кернах скважин). Принятая Е.Д. Гофман и вслед за ней автором диссертации классификация осадков явно неудовлетворительна, в ней отсутствуют многие литотипы, из которых были отобраны остракоды. Диссертанту следовало бы воспользоваться литологическими классификациями, в частности, из работ П.Н. Куприна, Л.И. Лебедева, Ю.П. Хрусталева и других авторов.

В разделах 3.2.2 и 3.2.3 приведены описания опорных разрезов колонок и скважин, использованных в диссертации (например, С2, С6, С8, С9, С10, С11, С12). При этом даны также опубликованные материалы по изотопам кислорода и в раковинах остракод, и в валовом карбонате. Для колонок С10 и С12 приведены радиоуглеродные датировки по валовому  $\text{CaCO}_3$ , полученные сцинтилляционным методом. В связи с этим представляется целесообразным привлечь внимание автора к различным генетическим типам карбонатов в осадках Каспия (биогенным, терригенным, хемогенным), отличающимся и своим изотопно-углеродным составом (Ленн и др., 2016).

В главе 4 описывается микрофаунистический состав комплексов остракод из поверхностного слоя донных осадков и их изотопный состав. В разделе 4.1 исследована взаимосвязь между  $\delta^{18}\text{O}_{\text{воды}}$ , температурой и соленостью придонного слоя воды. Если не обращать внимания на речное влияние, то установлена четкая обратная связь изотопно-кислородного состава и с температурой, и с соленостью.

Ценные сведения изложены в разделе 4.2, где по раковинам взрослых особей описаны экология и распространение исследованных остракод, установлены их комплексы, связанные с фациальной обстановкой. Автором диссертации выделены комплексы остракод, типичные для мелководья (до 50 м), шельфа и материкового склона (50-200 м), дна котловин (глубже 200 м). Странно выглядит отсутствие соответствующих фототаблиц.

Итогом исследований по разделу 4.3 стал важный вывод диссертанта о том, что для последующего изотопно-кислородного анализа достаточно аккуратно очистить раковинку от налипшего чужеродного материала. В разделе 4.4 приведены собственные материалы А.А. Ткач по распределению  $\delta^{18}\text{O}_{\text{остракод}}$  в вышеуказанных фациальных комплексах.

Вероятно, одно из существенных научных достижений диссертанта связано с выявлением видоспецифичного изотопного смещения остракод (в среднем на 1‰), что описано в разделе 4.5 (см. рис. 6). Изучение связи  $\delta^{18}\text{O}_{\text{остракод}}$  с температурой, соленостью и  $\delta^{18}\text{O}_{\text{воды}}$  привело автора к выводу, что

изотопный состав раковин зависит от типа водной массы (раздел 4.6). Как справедливо заметила А.А. Ткач, использование  $\delta^{18}\text{O}_{\text{остракод}}$  в качестве палеотермометра сомнительно. С этой целью лучше применять Ca/Mg отношение в раковинах.

Глава 5 является последней и, по мнению оппонента, самой важной в диссертации. Она называется «Биохроностратиграфия и палеоэкология материалов глубоководного бурения». Для акцентирования внимания на собственных результатах исследования в главе написан раздел 5.1, в котором дана интерпретация палеоклиматических событий по материалам автора (5.1.1 – по микрофаунистическому анализу и 5.1.2 – по изотопно-кислородному анализу раковин остракод). В подразделе 5.1.2 приведены также данные и по  $\delta^{13}\text{C}$  в раковинах.

В этом разделе описаны итоги изучения автором колонок C2, C3, C4 и скв. C13, расположенных в Среднем Каспии; колонок C5, C6, C7, C8, C14, C17 и скв. C15, C18 в Южном Каспии. Выделены 3 стратиграфических горизонта, соответствующих хвалынской трансгрессии, мангышлакской регрессии и новокаспийской трансгрессии. Фототаблиц остракод из различных стратиграфических подразделений, к сожалению, нет.

В разделе 5.2 приведены литературные данные по тем же разрезам. Важное значение для диссертации имеет подраздел 5.2.1 по возрастному моделированию, в котором приведены имеющиеся радиоуглеродные датировки как по остракодам, так и (главным образом) по валовым карбонатам (табл. 4). Следует подчеркнуть, что калиброванные возраста при этом рассчитаны именно диссертантом с использованием новейшей калибровочной кривой для морских осадков Marine 20 (Heaton et al., 2020). Необходимо при этом отметить, что А.А. Ткач принято важное решение о том, что поправки на резервуарный эффект и изотопное фракционирование уравнивают друг друга. Не исключено, что эта проблема нуждается в дополнительном исследовании.

Для возрастного моделирования диссертантом использован пакет ПО "Rbascon". Его специфика заключается в том, что результаты возрастного моделирования выражаются в единицах "deposition time" (DT), т.е. во времени, за которое пакапливается 1 см осадка (лет/см). Получаемые кривые действительно позволяют получить возрастные границы этапов изменения DT. К сожалению, А.А. Ткач этим и ограничилась. В результате из рассмотрения в диссертации полностью вынала скорость осадконакопления (в см/тыс. лет) – важнейший параметр историко-геологического и палеогеографического исследования. В его важности убеждает, в частности, рассчитанное оппонентом по данным табл. 4 отношение средних скоростей седиментации для позднего дриаса и предшествовавшей дегляциации в кол. С11. Его величина составляет около 20! Как представляется, данное упущение является наиболее крупным в диссертационной работе.

Частично в подразделе 5.2.1, а еще более полно в подразделе 5.2.2, посвященном различным стратиграфическим маркерам, даны описания литологии, карбонатности осадков, изотопии, спорово-пыльцевых комплексов в опорных разрезах, привязанные к возрастным моделям. Поражает отсутствие иллюстраций, в которых для каждого опорного разреза были бы приведены все важнейшие материалы: литологическая колонка, калиброванные возраста, гранулометрический состав, карбонатность, индикаторные значения химического состава, распределение комплексов фораминифер и спорово-пыльцевых комплексов, изотопно-кислородные и изотопно-углеродные данные, изменения уровня моря и солености, скорости седиментации, климатические этапы осадконакопления.

Очень важное значение имеет раздел 5.3, в котором описывается построенная диссертантом обобщенная изотопно-кислородная кривая ("stack") для Каспийского моря (по 9 кернам, изученным автором диссертации, и 3 – по литературным данным) и приведена ее палеоклиматическая интерпретация. В соответствии с этой кривой А.А. Ткач выделила этап последнего ледникового максимума (от примерно 23 до 19 тыс. кал. л. н.) с

регрессивным трендом; позднеледниковье (от 19 до 14.5 тыс. кал. л. н.) с трансгрессивным трендом одной из фаз хвалынской трансгрессии; стабилизацию уровня после его непродолжительного падения (от 14.5 до 12.7 тыс. кал. л. н.), соответствующую потеплению беллинга-аллереда; регрессию позднего дриаса (от 12.7 до 11.7 тыс. кал. л. н.); трансгрессию пребореала, дальнейшие осцилляции уровня в голоцене. Трансгрессии сопровождались подъемом уровня моря и относительным опреснением водных масс, а регрессии – их осолонением.

В разделе 5.4 приведена региональная стратиграфическая, палеоклиматическая и палеогеографическая корреляция между Каспием и окружающими (а иногда и довольно далекими) участками континентов, проведена проверка обобщенной изотопно-кислородной кривой. Сделан вывод об общем соответствии климатических изменений Каспия глобальным трендам. Показано, что временами локальные механизмы Каспийского моря скрадывали (термин А.А. Ткач) глобальный климатический сигнал. Интересен вывод диссертанта о том, что во время последнего климатического максимума изменение изотопно-кислородной кривой определялось сокращением приходной статьи водного баланса, а в голоцене – увеличением расходной статьи (испарения).

В Заключении в краткой форме подведен итог проделанной работы. В приложениях приведен важный фактический материал, позволяющий разобраться в ряде деталей.

Оценивая диссертацию, следует сказать, что она выполнена на очень высоком уровне. Впервые для Каспийского моря на основе микрофаунистического анализа и изотопно-кислородного анализа раковин остракод удалось построить внутренне непротиворечивую картину палеоклимата и палеогеографии акватории для последних 25 тыс. лет. Вызывает уважение дотошность диссертанта, его внимание к тонким методическим проблемам, хорошее знание литературы, умение правильно использовать достижения коллег в нашей стране и за рубежом.



Актуальность работы не вызывает сомнения. Автор доказала свою точку зрения на обусловленность колебаний уровня Каспия в изученный период времени исключительно климатическими причинами (иные причины в диссертации и не рассматривались). Научная новизна определяется тем, что впервые для Каспийского моря проведен системный микрофаунистический и изотопно-кислородный анализ раковин остракод для последних 25 тыс. лет его истории, создана обобщенная изотопно-кислородная кривая по остракодам, увязаны разнообразные палеогеографические индикаторы друг с другом. Защищаемые положения научно достоверны и хорошо доказаны. При этом в первом положении следует убрать слова «, как в количественном, так и в качественном отношении». В третьем положении пропущена заключительная часть про трансгрессивный тренд, соответствующий новокаспийской трансгрессии.

Автореферат работы соответствует содержанию диссертации.

Диссертация, вместе с тем, не свободна от некоторых недостатков. Часть из них не зависела от диссертанта и обусловлена характером тех коллекций, с которыми пришлось работать. В то же время чувствуется недостаточная подготовка А.А. Ткач в ряде областей геологии, в том числе в литологии. В частности, это обстоятельство обусловило отсутствие в диссертации данных по скоростям седиментации.

Заметно недостаточное внимание диссертанта к иллюстративным материалам. К сожалению, принятая структура работы способствовала разбросу данных по одним и тем же разрезам в различных главах и разделах диссертации, иногда – повторам.

Вместе с тем, указанные замечания не умаляют значимости диссертационного исследования. Диссертация отвечает требованиям, установленным Московским государственным университетом имени М.В. Ломоносова к работам подобного рода. Содержание диссертации соответствует паспорту специальности 1.6.14 — «Геоморфология и палеогеография» (по географическим наукам), а также критериям,

определенным пп. 2.1-2.5 Положения о присуждении ученых степеней в Московском государственном университете имени М.В. Ломоносова, а также оформлена, согласно приложениям № 8, 9 к Положению о диссертационном совете Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова.

Таким образом, соискатель Ткач Алиа Алексеевна заслуживает присуждения ученой степени кандидата географических наук по специальности 1.6.14 — «Геоморфология и палеогеография».

Официальный оппонент:

доктор геолого-минералогических наук,  
главный научный сотрудник,  
заведующий лабораторией геохимии осадочных пород  
ГЕОХИ РАН

М.А. Левитан

27 октября 2023 г.

Контактные данные:

тел.: +7(985)2738511, e-mail: m-levitan@mail.ru

Специальность, по которой официальным оппонентом  
защита диссертация:

04.00.10 – Геология океанов и морей

Адрес места работы:

119991, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19  
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт  
геохимии и аналитической химии имени В. И. Вернадского Российской  
академии наук

Тел.: +7(495)9397006; e-mail: levitan@geokhi.ru

Подпись сотрудника

Подпись и  
удостоверение  
348.