

Отзыв

официального оппонента Кулагиной Елены Ивановны

на диссертацию Закирьянова Ильи Газинуровича

«Ордовикские сообщества фотосинтезирующих организмов Горного Алтая, их стратиграфическое положение и роль в биогенном карбонатонакоплении»

представленную на соискание ученой степени кандидата геолого-минералогических наук

Специальность: 1.6.2 – Палеонтология и стратиграфия

Диссертационная работа Ильи Газинуровича Закирьянова представляет собой законченный научный труд по изучению ордовикских фотосинтезирующих организмов Горного Алтая, состоит из Введения, пяти глав, Заключения, изложена на 205 страницах, включает четыре приложения, иллюстрирована 50 рисунками, 11 фототаблицами и тремя текстовыми таблицами. Список цитируемой литература содержит 264 наименования.

Актуальность темы связана с тем, что фотосинтезирующие организмы ордовика на территории Горного Алтая очень слабо изучены, хотя играют существенную роль в породообразовании. Кроме того, на территории западной части Алтае-Саянской складчатой области ордовикские отложения широко распространены и служат эталоном для расчленения данных отложений территории России. Поэтому новая палеонтологическая характеристика ордовикских отложений значительно дополняет информацию о развитии органического мира ордовика Алтае-Саянской горной области.

Научная новизна исследований. И.Г. Закирьяновым впервые дано систематическое описание ордовикских фотосинтезирующих организмов на территории Горного Алтая и выделены содержащие их микрофагии. Изученные разрезы содержат многочисленные конодонты, граптолиты, брахиоподы и другие ископаемые остатки, поэтому уровни, содержащие альгофлору, надежно стратиграфически привязаны и существенно дополняют характеристику свит. Впервые в Горном Алтае выделен морфологический тип калиптр с двумя алтайскими формами. Показана возможность использования изученных фотосинтезирующих организмов для реконструкции обстановок осадконакопления на территории Горного Алтая.

Материалом для работы послужили собственные сборы автора при полевых исследованиях, во время которых отобрано 400 образцов из 15 разрезов разных структурно-фациальных зон Горного Алтая, а также использованы образцы, предоставленные научным руководителем Н.В. Сенниковым, собранные ранее. Автором изучено 700 шлифов горных пород.

Степень обоснованности защищаемых положений.

В диссертации защищается 3 положения.

В первом из них утверждается, что **«Фотосинтезирующие организмы, представленные зелёными и красными водорослями, цианобактериями и микропроблематиками, в ордовике Горного Алтая имеют значительное родовое и видовое таксономическое разнообразие: установлено 15 видов в составе 12 родов»**. Данное защищаемое положение обосновано, во-первых, в главе 5, которая посвящена систематическому описанию изученных таксонов цианобактерий (пять родов), зеленых водорослей (три рода), красные водоросли (два рода), проблематик (два рода). Описания сделаны обстоятельно, в соответствии с правилами палеонтологических описаний. Видовые описания включают синонимику, материал, морфологическую характеристику, замечания, стратиграфическое и географическое распространение и список местонахождений. Для родов приводится типовой вид, диагноз, сравнение и видовой состав, стратиграфическое и географическое распространение. Изученные таксоны иллюстрированы на 11 фототаблицах высокого качества. В главе 3 на 15 стратиграфических колонках разрезов разных структурно-фациальных зон показано распространение цианобактерий, водорослей и проблематик. Иллюстрации раздела 4.4 (рис. 48, 49) наглядно демонстрируют стратиграфическое (по горизонтам) и площадное (в разных структурных зонах Горного Алтая) распределение изученных фотосинтезирующих организмов. Таким образом, данное защищаемое положение полностью обосновано.

Второе защищаемое положение констатирует, что **«фотосинтезирующие организмы ордовика Горного Алтая имеют пороодообразующее значение, а их комплекс свидетельствует, что осадконакопление происходило в тёплом и умеренном климате в широком спектре рифовых, зарифовых и предрифовых областей: от передового склона карбонатной платформы до песчаных отмелей края карбонатной платформы»**. К такому выводу автор приходит в результате полевого изучения разрезов, отбора образцов из карбонатных пачек, анализа содержащихся ископаемых остатков, определения микрофаций. Для изучения биогермных тел использована специальная методика отбора проб методом трансект. Описания микрофаций по разрезам представлены в главе 4 с информативными иллюстрациями. Автором рассмотрены критерии интерпретации обстановок осадконакопления. Для описания микроструктур карбонатных пород и определения среды осадконакопления применены широко известные методики Р. Данхема (1962), Дж. Уилсона (1980), Флюгеля (Flügel, 2010), Г.А. Мизенса (2017). Микроскопические исследования пород дополнялись характеристикой, полученной с использованием сканирующего электронного микроскопа, а образцы разреза Тачалов – рентгенофлуоресцентный анализу. Данное защищаемое положение вполне обосновано.

Третье защищаемое положение утверждает, что **«Калиптры Горного Алтая характеризуются относительно простым строением и являются результатом сосуществования бактерий, а не водорослей. В ордовике Горного Алтая встречается две**

морфогруппы калиптр». Изучение оригинальных мелких биогермных тел – калиптр, является важным достижением автора. И.Г. Закирьянов рассмотрел морфологические особенности калиптр, провел сравнительный анализ с тромболитами и строматолитами, провел статистический анализ замеров 50-и экземпляров, предложил механизм образования. В главе Стратиграфия дано определение калиптр, показано распространение калиптр в разрезе Азраткан (Еланду), более подробное описание которых приводится в разделе 4.2, где описан Морфологический тип *Calyptra* с двумя морфогруппами. Таким образом, защищаемое положение обосновано в главах 3 и 4.

Результаты исследований диссертанта докладывались на различных всероссийских и международных конференциях, опубликованы в трех статьях журналов из списка ВАК и 10 публикациях сборников и материалов конференций.

Содержание работы.

Во Введении обоснована актуальность исследований, степень разработанности темы, сформулированы цель и задачи исследований, показана их теоретическая и практическая значимость, описаны методы исследований.

Глава 1 посвящена истории изучения ордовика Горного Алтая и ископаемых фотосинтезирующих организмов. В первом подразделе автор кратко характеризует состояние изученности ордовикских отложений системы Горного Алтая, а во втором дана история изучения фотосинтезирующих организмов как в России, так и за рубежом. Автором изучены практически все работы мира по фотосинтезирующим организмам с XIX века по настоящее время.

Глава 2 «Лито- и биостратиграфия ордовика Горного Алтая» содержит характеристику региональных и местных подразделений (горизонтов и свит) и их литологические особенности. Автором изучено 16 разрезов из 17 структурно-фациальных зон, охватывающие практически все горизонты, однако границы можно наблюдать только между бугрышихинским, ханхаринским, техтенским и листовянским горизонтами. Стратоны имеют мощности, от 2.5-3 км до 500-850 м. Нужно отметить, что перед диссертантом стояла сложная задача собрать образцы в разрезах такой большой мощности. Фотосинтезирующие организмы приурочены к известнякам, которые составляют небольшие по мощности слои в терригенных толщах.

Глава 3 «Стратиграфия» состоит из пяти частей (подглав), включающих результаты изучения разрезов разных структурно-фациальных зон. Приводятся стратиграфические колонки 15 разрезов с распространением в них фотосинтезирующих организмов, а также других групп ископаемых – конодонтов, граптолитов, брахиопод, трилобитов, табулятоморф. Это важно, так как фотосинтезирующие организмы имеют стратиграфическую привязку к зонам по конодонтам и граптолитам. Лучше других интервалов охарактеризованы верхи дарривильского, сандбийский, катийский и хирнантский ярусы по 12 разрезам. Наиболее

информативным в плане изучения фотосинтезирующих организмов является разрез Тачалов, в котором установлено десять видов цианобактерий, зеленых и красных водорослей которые приурочены к толще известняков хирнантского яруса мощностью 60 м. На колонке дана лишь краткая характеристика – известняки массивные, а далее в тексте эта пачка трактуется как рифогенная. По распространению фауны наглядно видно изменение условий осадконакопления от глубоководной к мелководной, когда планктонные группы организмов, представленные конодонтами, граптолитами и радиоляриями сменяются водорослями и цианобактериями. В других разрезах представлены от двух до пяти видов цианобактерий и водорослей. Например, в разрезе Бараний 1 цианобактерии и водоросли встречены лишь в небольшой по мощности пачке известняков, определено три вида с большим комплексом конодонтов среднего ордовика даривильского яруса. В разрезе Батун тоже определено три вида, тогда как разрез содержит обильные комплексы конодонтов, трилобитов и брахиопод.

Глава 4 «Альгокомплексы и связанные с ними обстановки карбонатакопления». В этой главе описана методика исследований, включающая полевые работы, микроскопическое изучение пород в шлифах, сообщается, какие использовались классификации карбонатных пород и альгофлоры, геохимические и палеонтологические исследования. В разделе 4.1 описано как отбирались образцы, какими методами изучались и как фотографировались. В разделе 4.2 в стратиграфической последовательности описаны микрофаии и комплексы фотосинтезирующих организмов по разрезам. Однако сопоставление микрофаий и стандартных микрофаий по Уилсону (1980) и Флюгелю (Flügel, 2010) приведено в другом разделе. Наиболее детально дана характеристика микрофаий в разрезе Тачалов, в котором изучен также химический состав известняков. Детально описана доминирующая в этом разрезе микрофаия водорослево-цианобактериальных баундстоунов и определены биогермостроители *Vermiporella* sp. и рифолюбивые организмы. В разделе 4.3 приводится анализ распространения фотосинтезирующих организмов и микрофаий в разных обстановках осадконакопления. В разделе 4.4 рассматривается стратиграфическое распространение изученных видов водорослей, проблематики и калиптр в ордовике Горного Алтая, а также их распространение по шести структурно-фациальным зонам. Делается вывод о значительном увеличении разнообразия изученных организмов Горного Алтая в позднеордовикское время. Оно выражено как в увеличении числа таксонов, так и в количестве их находок в прижизненном положении или в виде обломков.

Глава 5 посвящена палеонтологическому описанию цианобактерий, зеленых и красных водорослей и проблематики. Автором описано 15 видов, принадлежащих 12 родам фотосинтезирующих организмов.

К работе имеются следующие замечания.

В первой главе автор выделяет четыре этапа изучения ордовика Горного Алтая, однако не указан временной интервал этапов. Приводится список из 50-и фамилий без ссылок на годы. Этот раздел можно было бы написать более подробно со ссылками. Во второй части главы приводится история изучения конкретно фотосинтезирующих организмов. В этой части также выделены этапы, два первых этапа описаны детально, а в третьем этапе приводится список исследователей без ссылок на публикации или отчеты.

Стратиграфические колонки разрезов главы 3 отделены от описаний этих разрезов по пачкам и характеристики микрофаций, содержащихся в главе 4, разделе 4.2. В этом случае в разделе 4.2 нужны ссылки на рисунки стратиграфических колонок из главы 3 (есть только ссылка на колонку разреза Тачалов). На стратиграфических колонках в главе 3 не отражены важные литологические особенности. Например, на фотографии разреза Азраткан (Еланду) (рис. 14) показаны участки с многочисленными калиптрами, однако на стратиграфической колонке (рисунок 12) они не показаны. Поэтому раздел 4.2 лучше бы смотрелся в главе Стратиграфия, где представлены стратиграфические колонки. Материал раздела 4.2 существенно дополняет эту главу и описание разрезов.

Результаты изучения калиптр, включающие их детальное описание, обстоятельный анализ образования и сравнение с другими биогермными структурами, являются новыми и интересными; их следовало бы вынести в отдельную главу.

Сводный комплекс микрофаций ордовикских разрезов Горного Алтая, представленный на Таблице 3 раздела 4.4 оторван от описания микрофаций, приведенном в разделе 4.2.

В диссертации автор не касается глобальных событий ордовикского периода, хотя изученные разрезы охватывают все подразделения ордовика. Ордовикский период очень интересный, в нем зафиксированы крупные глобальные события, такие как Великое ордовикское событие диверсификации, средне- позднеордовикская радиация рифостроящих организмов, крупное позднеордовикское вымирание. Хорошо было бы проанализировать, отразились ли эти события, или не отразились в разрезах Горного Алтая.

Высказанные выше замечания не умаляют достоинств работы, а скорее относятся к ее структуре или к пожеланию в дальнейших исследованиях.

Подводя итог можно сказать, что поставленные задачи диссертантом решены, а именно: собрана коллекция, сделаны определения и описания найденных остатков водорослей, цианобактерий и проблематики; выделены микрофаций карбонатных пород, содержащие фотосинтезирующие организмы, установлены закономерности их распределения в изученных разрезах. Цель, поставленная диссертантом – установление таксономического состава комплекса фотосинтезирующих организмов в ордовике Горного Алтая и определение связей распределения таксонов с микрофациями во времени – достигнута. Диссертационная работа показывает, что И.Г. Закирьянов является

специалистом высокой квалификации в области стратиграфии и палеонтологии, знающим геологическое строение Горного Алтая. Работа И.Г. Закирьянова имеет практическое значение. Результаты исследований могут быть использованы при проведении геологосъемочных работ, палеогеографических исследований, воссоздания обстановок осадконакопления, актуализации Региональной стратиграфической схемы ордовика Горного Алтая.

Диссертационная работа «Ордовикские сообщества фотосинтезирующих организмов Горного Алтая, их стратиграфическое положение и роль в биогенном карбонатакоплением» отвечает требованиям, предъявляемым в пп. 9-14 «Положения о присуждении ученых степеней», утвержденного Правительством РФ № 842 от 24.09.2013 г., предъявляемых к диссертациям на соискание учёной степени кандидата наук, а её автор, Илья Газинурович Закирьянов, заслуживает присвоения ученой степени кандидата геолого-минералогических наук по специальности 1.6.2 – Палеонтология и стратиграфия.

Кулагина Елена Ивановна

Доктор геолого-минералогических наук

Главный научный сотрудник ИГ УФИЦ РАН

Институт геологии — обособленное структурное подразделение Федерального государственного бюджетного научного учреждения Уфимского федерального исследовательского центра Российской академии наук (ИГ УФИЦ РАН)

Научная специальность 25.00.02 – палеонтология и стратиграфия

450077, г. Уфа, ул. К.Маркса, 16/2, Тел. 89174417665

<http://ig.ufaras.ru>

E-mail: kulagina@ufaras.ru

Я, Кулагина Елена Ивановна даю согласие на включение моих персональных данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

16.10.2025

Кулагина

/ Кулагина Е. И.

