

## ОТЗЫВ ОФИЦИАЛЬНОГО ОППОНЕНТА

на диссертационную работу Иванцова Андрея Юрьевича  
«Палеобиология Proarticulata и проблема становления Bilateria»,  
представленную на соискание ученой степени доктора биологических наук  
по специальности 1.6.2 – Палеонтология и стратиграфия

Открытие вендской (эдиакарской) биоты принадлежит к наиболее важным достижениям палеонтологии XX века. Отсутствие морфологически выраженных ископаемых остатков организмов докембрийского времени было настоящим проклятием эволюционной биологии. Темные века, простиравшиеся на миллиарды лет за границей кембрийского периода, бросали вызов самой идее эволюции органического мира, были настоящим кошмаром для биологов и палеонтологов, о котором молчали авторы учебников и руководств и о котором старались не говорить лекторы. Отдельные отпечатки, которые время от времени находили в докембрийских слоях, в целом не меняли ситуацию, т.к. ничего не давали ни стратиграфии, ни эволюционной биологии. Они не поддавались интерпретации, не повторялись и часто рассматривались как неорганические конкреции. Только начиная с сороковых годов XX века, началось систематическое изучение ископаемых остатков докембрийских организмов, сначала на Эдиакарских холмах в Австралии, а затем и во многих других местах планеты, в том числе и на просторах России. Палеонтологи открыли новый мир. Открытие эдиакарской биоты стало настоящей научной революцией.

Отрадно подчеркнуть, что среди палеонтологов-революционеров оказалось немало отечественных исследователей. Вклад отечественных палеонтологов в изучение эдиакарской фауны оказался колоссальным. По объему материала и плодотворности интерпретаций вклад советских и российских исследователей, пожалуй, равен всему тому, что сделано мировой наукой за пределами России. Академики Б.С. Соколов и М.А. Федонкин – славные и знаменитые имена в мировой науке, и они стали

такowymi благодаря основополагающим исследованиям эдиакарской биоты. Работа А.Ю. Иванцова продолжает славные традиции отечественной палеонтологии, демонстрирует преемственность отечественной палеонтологической школы и поддерживает престиж российской науки. Изучение богатого и разнообразного материала остатков эдиакарских организмов представляет собой актуальную задачу мировой палеонтологии. Особенно важно детальное морфологическое исследование, проведенное путем скрупулезного анализа тончайших морфологических деталей самих организмов и тех следов, которые они оставляли вокруг себя и которые могут сказать многое об их биологии и возможном положении в системе органического мира.

Диссертационная работа А.Ю. Иванцова подводит итог многолетним исследованиям автора, которые он проводил в поле, и в лаборатории. А.Ю. Иванцов проводил обширные площадные раскопки преимущественно в отложениях по берегам Белого моря, которые позволили собрать невероятно богатый материал. Благодаря труду А.Ю. Иванцова наша страна располагает богатейшей в мире коллекцией эдиакарских организмов, изучение которых стало основой исследований автора диссертации. Этот материал был объектом активного изучения, исследуется до сих пор и будет изучаться еще много лет коллегами и последователями А.Ю. Иванцова. Собранные автором диссертации коллекции будут много лет питать отечественную палеонтологию новыми открытиями и идеями.

А.Ю. Иванцов – настоящий мастер детального морфологического исследования эдиакарских отпечатков. Никто до А.Ю. Иванцова не исследовал строение эдиакарских проартикулятов с такой детальностью. Никто другой не уделял столько внимания тем следам, которые оставляли эти организмы в окружающей среде. Благодаря этим детальным, я бы даже сказал виртуозным исследованиям, получены принципиально новые данные о строении эдиакарских организмов, сделаны новые и неожиданные выводы об их образе жизни, обоснованы новые крупные таксоны, сформулированы

весьма обоснованные положения о месте проартикулят в системе органического мира, значении проартикулят для понимания ключевых событий в эволюции животных.

Диссертация А.Ю. Иванцова – это обширная рукопись, в ней 224 страницы основного текста, 36 рисунков, 25 таблиц фотографий, обширный список литературы (344 источника). Это объемистая работа, но дело, конечно, не в объеме работы, а в ее содержании. Итак, что же сделал автор?

Первый блок того нового, что сделал автор диссертации – это обоснование новой таксономической структуры группы Proarticulata. Автор диссертации работал в русле идей академика М.А. Федонкина, но внес существенный вклад в концепцию проартикулят. Согласно выводам А.Ю. Иванцова, в состав группы Proarticulata входит не 2, а 3 класса, а именно Dipleurozoa, Vendiamorpha и Cephalozoa. Таксономия – это не просто классификация, это форма выражения биологической закономерности. Физик находит новую формулу, описывающую некий комплекс природных явлений, а биолог – выделяет новый таксон. В построении системы, максимально отражающей ход эволюции, и состоит специфика биологии как особой отрасли знания. Автору диссертации удалось найти общие закономерности в строении вендских проартикулят, отражающие ход их эволюции. Выделение класса Cephalozoa представляется мне обоснованным. Это новый и весьма существенный вклад автора диссертации в мировую науку.

Автор диссертации приводит обоснованные аргументы в пользу того, что проартикуляты обитали на плотном субстрате, образованном бактериальными матами. Этот тип биотопа встречается в современной биосфере, однако он не является распространенной формой микробного сообщества. Современная биосфера обладает огромным разнообразием биотопов, и маты – это сравнительно редкий тип сообществ, своего рода маргинальное сообщество. Мы даже не можем выделить комплекс животных, характерных для мата. Ну, кого вы можете назвать как специфического

обитателя современного бактериального мата? Разве что Трихоплакса, но он питается на свежей очень тонкой бактериальной пленке на новых субстратах. Мы можем выделить специфические комплексы обитателей мягких грунтов, комплекс организмов-обрастателей, комплекс почвенных беспозвоночных и т.д. В эдиакарский период все было не так. Микробный мат, простирающийся на огромные площади – это один из главных бентосных биотопов эдиакарского периода. В отличие от фанерозойской биосферы в эдиакарском периоде было специфическое животное население мата, богатое и разнообразное. Специфические черты проартикулят (сильно уплощенное тело, например) – это адаптация к жизни на поверхности мата.

Своеобразие мата как среды обитания обусловило механизмы движения и питания проартикулят. Эти специфические особенности питания и движения подробно исследованы автором диссертации. Мне представляется, что результаты автора по реконструкции строения проартикулят, механизму их движения и питания вполне обоснованы и отражают специфические черты этих организмов. Отмечу высокий уровень новизны результатов А.Ю. Иванцова. Никто до него не приводил таких точных и детальных реконструкций строения Дикинсонии и других проартикулят. Да, проартикуляты устроены странно. Это сложно организованные существа, они не менее сложны в морфологическом отношении, чем фанерозойские организмы (недаром же их сравнивали и с членистоногими, и с хордовыми, и с кем только их не сравнивали...). Однако сложность их принципиально другая, чем у фанерозойских организмов. А почему? Да потому что они обитают в биотопе, который в эдиакарском периоде был распространен повсеместно, а в фанерозое, если не исчез совсем, то его надо специально искать. Недаром же открытие и изучение бактериальных матов – это одно из достижений микробиологической науки, которое мы связываем с именем академика Г.А. Заварзина. Ну не считаем же мы открытием, например, сам факт существования в нашем мире илистых или песчаных грунтов с их специфической фауной.

Я долго критически относился к информации о питании и движении дикинсоний и других проартикулятов, потому что не понимал специфики биотопа. А.Ю. Иванцов все объяснил, теперь мы понимаем, как проартикуляты питались и передвигались. На самом деле, А.Ю. Иванцов создал новое направление исследований эдиакарских организмов – функциональную морфологию проартикулятов. Это крупное достижение, новый и существенный вклад автора диссертации в науку.

Дикинсонии и другие проартикуляты росли, менялись в размерах, но мало менялись в плане строения. Их рост – это рост метамерного организма, правда, эта метамерия не такая, как у аннелид или членистоногих. Больше всего метамерия проартикулятов похожа на метамерию билатерально-симметричных кишечнотелных, таких как современные цериантарии. У цериантарий не цикломерия, как часто говорят, а метамерия, но метамерия сдвига. Дело в том, что изомеры цериантарий образуются в зоне роста поочередно слева и справа, отсюда и метамерия сдвига. Что-то подобное, вероятно, было и у проартикулятов. Во всяком случае, вклад автора диссертации в изучение биологии развития эдиакарских организмов – существенный и принципиально новый. Траектории природы организмов могут быть разными, но закономерности их развития описаны детально, это новое и существенное достижение.

Разумеется, в описании строения и развития проартикулятов я не во всем могу согласиться с автором диссертации, прежде всего, потому что не вижу фактической основы для некоторых рассуждений. Ну вот, например, утверждение о нервной системе диффузного типа (стр. 126, 137). Никаких морфологических признаков нервной системы автор диссертации, разумеется, не мог найти, а рассуждение о диффузной нервной системе не выглядят обоснованными. Распространенное мнение о первичности диффузной нервной системы – вообще ошибочное. Нервная система в виде диффузного плексуса возникает в результате редукции нервных центров, например, у взрослых книдарий (у личинок кораллов, кроме нервной сети,

есть нервный центр, который редуцируется при метаморфозе). У взрослых форонид – диффузный нервный плексус, а у личинок форонид есть нервный центр. Это все последствия сидячего образа жизни. А у хенотурбеллид нервная система состоит (как у личинок кораллов, например) из нервного центра и диффузного нервного плексуса. Кстати, и у гребневиков так же. Представления о диффузной нервной системе проартикулят противоречит разрабатываемым автором диссертации представлениям о подвижном образе жизни этих организмов.

Для меня, как для зоолога, особенно интересны построения автора диссертации о систематическом положении проартикулят и о происхождении билатерий. Это глава 6-я в диссертации. В этой главе автор приводит подробный обзор взглядов на природу проакртикулят и анализирует различные гипотезы происхождения билатерий. Как многие палентологи, автор диссертации сравнивает проартикулят с современными (или фанерозойскими) организмами по частным особенностям строения, по принципу на кого похожи. Для таких необычных организмов, как проартикуляты, подобное сравнение малопродуктивно. Мне кажется, что правильно было бы попытаться сравнивать сначала по плану строения, а потом переходить к частным особенностям.

По плану строения дикинсонии и другие проакртикуляты соответствуют билатерально-симметричным кишечнополостным, т.е., например, фанерозойским кораллам. Но проартикуляты - это не предки кораллов и не их потоки. Это потомки общих предков квидарий и трехслойных билатерий, т.е. потомки подвижных, передвигавшихся на оральной стороне билатерально-симметричных кишечнополостных. В фанерозое сохранилось только два ствола билатерально-симметричных организмов – квидарии и трехслойные билатерии. В эдиакарском периоде был еще один ствол – обитатели своеобразного, очень распространенного в тот период биотопа поверхностных бактериальных матов. Это двуслойные сильно уплощенные организмы, обращенные к субстрату оральной стороной.

У них не было щупалец, потому что образ их жизни таков, что щупальца не нужны ни для питания, ни для передвижения. Полная редукция щупалец происходит у «нормальных» кишечнополостных, живущих в толще грунта, например у *Limnactinia* или у *Ptotohydra*. В условиях обитания в толще грунта щупальца не нужны, они исчезают, причем независимо у роющих кораллов и роющих гидроидных.

Автор диссертации находится в плену представлений о том, что кишечнополостные – это первично радиально-симметричная группа. Это неправильная точка зрения. Кишечнополостные происходят от подвижных билатерально-симметричных предков, их радиальная симметрия возникла вторично как приспособление к сидячему образу жизни. Кишечнополостные сохранили систему гомеобоксных генов, которые экспрессируются ступенчато вдоль директивной оси. Те же самые гены ступенчато экспрессируются вдоль передне-задней оси у трехслойных билатерий. Эта система гомеобоксных генов – синапоморфия клады Bilateria (Cnidaria + трехслойные Bilateria). К этой же кладе, как особая третья ветвь, вероятно, принадлежали и эдиакарские проарктикуляты. Они вымерли, потому что исчез их биотоп – огромные пространства бактериальных матов. В новом фанерозойском мире для них не осталось места. Существовавшие вместе с ними предки кишечнополостных и трехслойных билатерий, мелкие и незаметные, но в фанерозое они дали начало огромному разнообразию животных.

Ну, а разве не так идет эволюция? Разве не так в течение мезозоя мелкие и невзрачные млекопитающие существовали рядом с красочным миром динозавров и других рептилий, а потом после вымирания последних, вдруг дали гигантское разнообразие кайнозойских млекопитающих. И сколько таких примеров в других эволюционных линиях...

Несомненно, в работах А.Ю. Иванцова присутствует крупное биологическое обобщение – создана функциональная морфология и биология развития эдиакарских организмов. Это крупный вклад в эволюционную биологию, значение которого сохранится в науке на многие годы. Автор

опубликовал 2 книги, 63 статьи, сделал много докладов на конференциях. Научное сообщество хорошо осведомлено об исследованиях автора. Факт публикации работ А.Ю. Иванцова в высокорейтинговых журналах говорит о том, что они прошли экспертизу научного сообщества.

Совокупность новых фактических данных, полученных автором диссертации, и сделанные автором диссертации теоретические обобщения говорят о том, что диссертация А. Ю. Иванцова соответствует требованиям, предъявляемым к докторским диссертациям (пп. 9-11, 13, 14 «Положения о присуждении ученых степеней», постановление правительства РФ № 24 от 24. 09.2013), и А.Ю. Иванцов заслуживает присуждения степени доктора биологических наук по специальности 1.6.2 – Палеонтология и стратиграфия.

Я, Малахов Владимир Васильевич, даю свое согласие на включение своих данных в документы, связанные с работой диссертационного совета и их дальнейшую обработку.

Заведующий кафедрой зоологии беспозвоночных Биологического факультета ФГБОУ ВО «Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова», академик РАН, профессор, доктор биологических наук

28. 02. 2024 г.

*Малахов* Малахов Владимир Васильевич

Почтовый адрес: 119234, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Биологический факультет МГУ, e-mail: [vmalakhov@inbox.ru](mailto:vmalakhov@inbox.ru), телефон:+7(919)1076421.

*Людмила Игоревна Азар ВВ Малахова заверено  
Замректора Геол. ф-та МГУ,  
Уфр. АМРубцов*

