

ПРИРОДА

№ 10, 2003 г.

Иванцов А.Ю.

Вендский организм опознается по отпечаткам

© “Природа”

Использование и распространение этого материала
в коммерческих целях возможно лишь с разрешения редакции



Сетевая образовательная библиотека “VIVOS VOCO!”
(грант РФФИ 03-07-90415)

vivovoco.nns.ru
vivovoco.rsl.ru
vivovoco.usu.ru
www.ibmh.msk.su/vivovoco

<http://popovgeo.sfedu.ru/>

Вендский организм опознается по отпечаткам

А.Ю.Иванцов

З аглянуть в прошлое Земли можно многими способами, но точно узнать, как выглядело то или иное давно умершее существо, можно лишь по вещественным его остаткам. Однако у биосферы есть одно несчастливое в этом отношении свойство — бережливость: мертвая органика быстро вновь вовлекается в биологический круговорот. Тела миллиардов каждое мгновение умирающих организмов исчезают бесследно за минуты, часы или дни. Сохранность мертвых тел в течение нескольких лет — очень редкое исключение. Когда же счет времени идет на миллионы лет, это не просто исключение, а почти чудо. Такие и подобные им чудесные исключения изучаются в лабораториях докембрийских и древнейших скелетных организмов нашего института.

В круговороте геологических событий наибольший шанс уцелеть имеют отдельные части тел, состоящие из самых стойких к разрушению (прежде всего биогенному) веществ — некоторых минералов, хитина и целлюлозы. Поэтому со времени возникновения палеонтологии основным объектом ее исследований были биоминеральные склериты животных и углефицированные фрагменты расте-

© А.Ю.Иванцов



Андрей Юрьевич Иванцов, кандидат геолого-минералогических наук, старший научный сотрудник Палеонтологического института им.Ю.А.Орлова РАН. Научные интересы связаны с изучением древнейших беспозвоночных животных.

ний. Эпоха великих открытий, которую сейчас переживает палеонтология древнейших беспозвоночных животных, стала возможной благодаря тому, что специалисты научились обнаруживать местонахождения особого рода, в которых фиксируются не только наиболее прочные части, но даже целые наружные покровы, а иногда и внутренние органы ископаемых организмов. Едва ли не самые удивительные такие местонахождения — вендские (по вендскому периоду геологической истории). В них сохраняются тела живших еще в протерозойскую эру крупных существ, но сохраняются, к сожалению, только в виде отпечатков.

Большинство исследователей относит вендские ископаемые к донине существующим таксонам животных: кишечнополостным, губкам, разным группам червей, моллюскам или даже членистоногим. Но общей уверенности, к какому именно таксону принадлежат древнейшие организмы, нет. Одни палеонтологи заявляют об их принадлежности к многоклеточным животным [1], другие сомневаются в этом [2], третьи обсуждают сходство с ископаемыми лишайниками [3]. Существует также гипотеза, что все вендские организмы принадлежат к особому вымершему царству Vendobionta [4]. Такой разброс мнений объясняется в основном

ПАЛЕОНТОЛОГИЯ

отсутствием надежных реконструкций этих организмов. Методика восстановления объемного тела по его плоскому отпечатку пока еще разработана слабо. До открытия мягкотелой вендской фауны в этом не было особой нужды, ведь биоминеральные склериты (кости, зубы, раковины, панцири) и в ископаемом состоянии сохраняют свою форму, а потому интерпретация структур обычно не вызывает затруднений.

Но при восстановлении облика каждого нового вендского ископаемого возникает много вопросов, например:

- к живой или неживой природе относятся найденные отпечатки?
- благодаря чему они сформировались и сохранились?
- из какого вещества состоял захороненный объект?
- был ли он частью организма или целым телом?

Попробуем найти ответы на эти и связанные с ними вопросы на примере вендогируса

(*Ventogyrus chistyakovi*) — одного из вендских ископаемых.

Что видно на отпечатках

Местонахождение с массовыми отпечатками вендогирусов расположено в верхневендских отложениях среднего течения р.Онеги в Архангельской области. Ископаемые остатки встречаются внутри веретеновидных линз песчаника, заключенных в толще тонкослоистых алевритово-глинистых пород. (Образование линз связано с потоками мелкообломочного осадочного материала, которые возникали при катастрофических штормах.) Отпечатки образуют сложные трехмерные фигуры в песчанике.

Обычно вендские ископаемые не поддаются препарированию, и взаимоотношение частей объемных отпечатков можно наблюдать только в шлифах или на случайных удачных сколах.

Песчаники же Онежского местонахождения во влажном состоянии мягкие и легко разламываются. Почти каждый отпечаток вендогируса распадается при этом на части, ограниченные ответвлениями формирующей его поверхности, что позволяет проследить сохранившиеся в объеме внутренние структуры. Благодаря легкости препарирования и большому числу находок вендогирус на сегодня, наверное, наиболее изученное вендское ископаемое. К объектам живой природы он может быть отнесен уже из-за сложности и упорядоченности строения. Ни минеральные, ни осадочные образования того же размерного класса столь сложных конструкций не имеют.

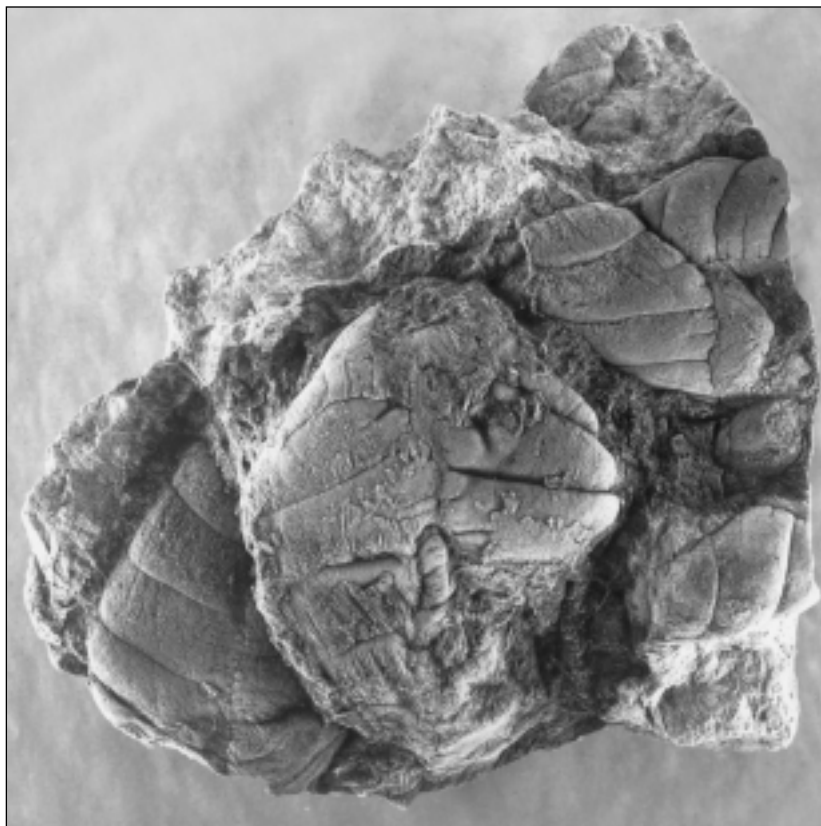
Способ образования любой окаменелости и причины ее длительного сохранения может прояснить ее вещественный состав. В данном случае тело неизвестного, возможно, довольно большого объема полностью разрушено. От него осталась



Фрагмент объемного отпечатка вендогируса, распавшийся на части по внутренним перегородкам (натуральная величина).

Здесь и далее фото А.В.Мазина

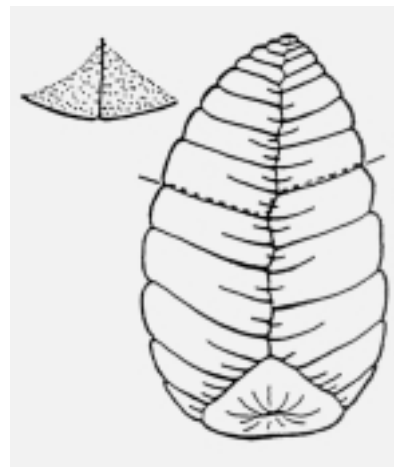
Скопление остатков вендогируса. Найти обособленно лежащее ископаемое оказалось довольно затруднительно, так как отпечатки были плотно прижаты друг к другу (натуральная величина).



только поверхность — ослабленная зона в толще породы — и существует благодаря тому, что укреплена тонким слоем гидроокислов железа и глинистого вещества, который не позволяет зернам песчаника сцепиться друг с другом. Гидроокислы железа, по-видимому, образовались в результате окисления сульфидов, а те — при бактериальном разложении органического вещества захороненного тела. Глинистая пленка, вероятно, налипла при переносе тела внутри потока песчано-илистого осадка перед захоронением. И песчаник, почти полностью кварцевый по составу, и упомянутые минералы весьма стойки в стабильных условиях платформы, а потому отпечатки могут сохраняться неопределенно долгое время.

Первый экземпляр вентогируса, найденный лет 20 назад ленинградским геологом В.Г.Чистяковым (по его имени и назван вид), представлял собой фрагмент отпечатка и не был точно идентифицирован [5]. Расположение его в разрезе не зафиксировано. Последующие экземпляры, числом более сотни, собраны мной вместе с Д.В.Гражданкиным в одной крупной линзе. Остатки залежали в ней несколькими слоями, касаясь, перекрывающая и взаимно деформируя друг друга. Из-за этого было очень сложно определить границы индивидуумов и изучить их строение. Но поскольку деформации затрагивали разные участки экземпляров, казалось, что воссоздать общую конструкцию ископаемого все же удастся.

На основании наиболее часто повторяющегося типа отпечатка мы предположили, что вентогирус имел вид широкой лодки с заостренным носом и тупой кормой. Внутри «лодки» проходили одна продольная перегородка, расщепленная вблизи тупого конца надвое, и два ряда поперечных, деливших на отсеки весь объем конструкции [6]. В расположении отсеков была заметна симметрия скольз-



Идеализированный рисунок вентогируса по первому описанию: вид снизу (справа) и в поперечном сечении (вверху) по ломаной линии, отмеченной пунктиром на предыдущем рисунке и идущей вдоль поперечных перегородок первого порядка. Слева приведен отпечаток вентогируса в породе.

щего отражения*, характерная для многих групп вендских мягкотелых животных.

Через несколько лет после обнаружения массового захоронения вентогируса М.А.Федонкин нашел там же, в небольшой по размерам линзе, еще несколько экземпляров этого ископаемого. Сохранность материала здесь оказалась иной. Отпечатки лежали вперемешку с плоскими глинистыми гальками, но на некотором расстоянии один от другого, и это дало возможность четко определить границы тел. Поперечные перегородки у них были оторваны, причем у одних экземпляров — от осевой перегородки, у других — от днища «лодки». Освобожденные от взаимного сцепления, элементы конструкции зафиксировались в расправленном состоянии.

Изучение этого нового материала заставило меня изменить свой взгляд на морфологию вентогируса. Его тело представляло собой не единственную «лодку», как мы сочли раньше, а состояло из трех одинаковых долей («ло-

док»), которые соединялись между собой продольными перегородками. В месте их сочленения находилась удлиненная полость, занимавшая всю осевую часть ископаемого. (В заполненном песком состоянии она имеет вид трехгранной призмы.) Один конец полости заканчивался слепо, а другой, возможно, был открыт (иначе трудно объяснить, как осадок проник внутрь). Общая форма вентогируса до захоронения была яйцевидной с продольной осью симметрии третьего порядка [7]. На поверхностях продольных перегородок и осевой полости сохранились отпечатки дендровидных линейных образований, напоминавшие остатки системы проводящих сосудов. В каждой доле по середине грани осевой призмы проходил главный ствол. В стороны от него в чередующемся порядке (вновь скользящее отражение!) шли боковые ветви, несколько раз дихотомически ветвившиеся. По числу граней осевой призмы имелось три главных ствола и, соответственно, шесть наборов боковых ветвей. Ширина их на отпечатке ступенчато уменьшалась с каждым ветвле-

* Так называют вид двусторонней симметрии, при которой элементы одной стороны смещены относительно элементов другой.

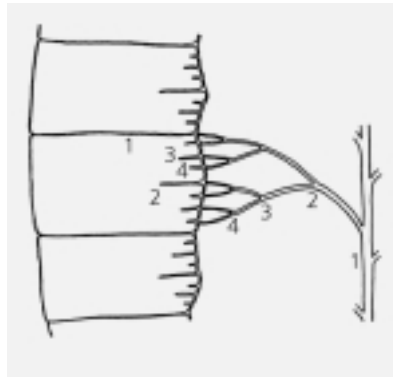
ПАЛЕОНТОЛОГИЯ



Реконструкция вентогируса, состоящего из трех одинаковых долей. Верхний ряд — вид сбоку: со стороны одной из долей (слева) и со стороны шва между долями (половинки двух смежных долей удалены вместе с прилегающими к ним поперечными перегородками так, чтобы был виден один из стволов распределительной системы). Внизу показан вентогирус со стороны аборального конца.



Отпечаток одного из стволов распределительной системы на продольных перегородках, развернутых в плоскости фотографии. Светлая вертикальная полоса в центре — след осевой призмы (натуральная величина).



Поперечные перегородки одного отсека вентогируса и ветви подходящей к нему распределительной системы. В отсеке цифрами обозначен размерный порядок перегородок, а на фрагменте распределительной системы — последовательные стадии ветвления каналов.

нием и только самые тонкие доходили до «днища лодки» (т.е. до внешней стороны ископаемого), где пересекались продольная и осевые перегородки. К любому большому отсеку, ограниченному поперечными перегородками первого размерного порядка, вела боковая ветвь главного ствола со всеми ее ответвлениями. Количество конечных ответвлений и перегородок внутри такого отсека строго соответствовали друг другу, такое же соответствие соблюдалось между числом размерных классов перегородок и ветвлений.

Каким же образом происходило захоронение и как песок мог попасть внутрь мягкого тела? Видимо, так же, как сам собой заполняется пластиковый пакет. В большом городе теперь часто можно видеть, как ветер переносит их, причем те, что поворачиваются к нему устьем, раздуваются, словно воздушный шарик. В грязевых потоках пакеты бывают заполнены несущей их грязью. Можно предположить, что линзы, в которых сохранились вентогирусы, сформированы похожими (но подводными) потоками песчано-глинистого осадка. В них под воздействием струй разной плотности и энергии создавались условия для переворачивания, вращения, разрыва переносимых потоками тел вентогирусов, периодического раскрытия отдельных полостей и их заполнения песчаными и глинистыми частицами.

В других линзах, в количестве сопоставимом с числом вентогирусов, найдены овальной формы мешковидные отпечатки и обрывки морщинистых трубок. Сходные размеры, способ захоронения и массовость позволяют предположить, что эти ископаемые как-то связаны друг с другом. Возможно, «мешки» — это те же вентогирусы, но только с цельными, не разорванными телами. Потому осадок не попал во внутренние полости и характерные перегородки не сохранились. При переносе

в потоках песчано-глинистого с примесью гальки осадка тела вентогирусов, исходно почти полностью замкнутые (имевшие, вероятно, только одно небольшое отверстие, в которое осадок на первых порах не затекал), вначале разрывались по линиям, ограничивающим доли, а потом и распадались. Полости заполнялись осадком. В таком виде тела этих вендских ископаемых и их фрагменты были захоронены.

Итак, восстановлен «скелет» вентогируса и отдельные детали его строения. Этим прямые палеонтологические данные исчерпываются, дальше начинается область предположений.

Кто или что?

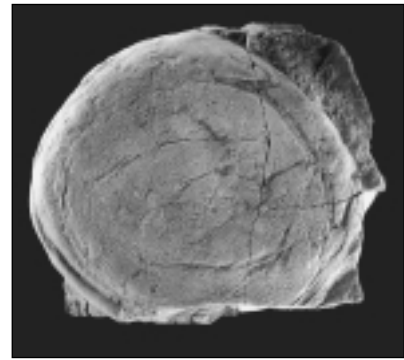
Характер расположения вещественных остатков в породе обычно дает возможность понять, в каких условиях они захоронены. Например, если остатки рассортированы по размерам и форме, значит, скорее всего это сделано водным потоком. Мы с Гражданкиным попытались восстановить образ жизни вентогируса по особенностям расположения его отпечатков.

При первом описании вентогируса мы считали, что образование промоин и заполнение их песком, происходило не одновременно. Все тела были захоронены выпуклой стороной вниз; мягкие стенки и перегородки во многих случаях остались расплавленными и часто подняты вертикально вверх; отсутствовали сортировка по размерам и преобладающая ориентация по сторонам света. Все свидетельствовало в пользу того, что эти сложно устроенные ископаемые сохранились в прижизненном положении. Потому мы предположили, что вентогирусы были бентосными, неподвижными организмами, образовавшими плотные скопления. По первоначальной реконструкции, каждое ископаемое представляло собой нечто

вроде теки (чашечки) организма, подобного кишечнополостному животному, сидевшего на грунте в полупогруженном состоянии.

В ответ на публикацию первых результатов изучения вентогируса вместе с этими предположениями появились статьи, в которых авторы рассматривали разные гипотезы по поводу вендского ископаемого. В одной из них высказывалась мысль о питании этого организма растворенными веществами через стенку тела [8]. Обилие остатков только в промоинах принуждало заключить, что вентогирусы жили в них и других понижениях дна. Весьма странное предпочтение для обитателей глинистого (может быть, несколько уплотненного) грунта!

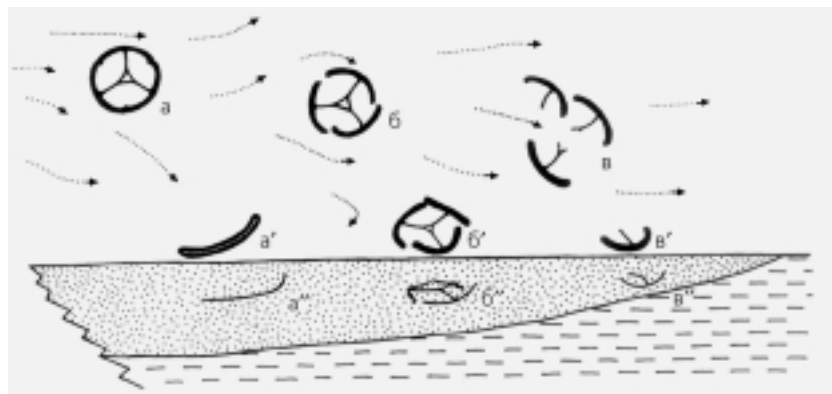
Вероятнее другое: промоина возникала и заполнялась под действием одного и того же потока песчано-глинистого осадка. Тела попавшихся на пути организмов захватывались, переносились и разрывались потоком. По мере заполнения осадком открывшихся полостей фрагменты тел перемещались в нижние слои потока и осаждались. (Так, по мнению польского



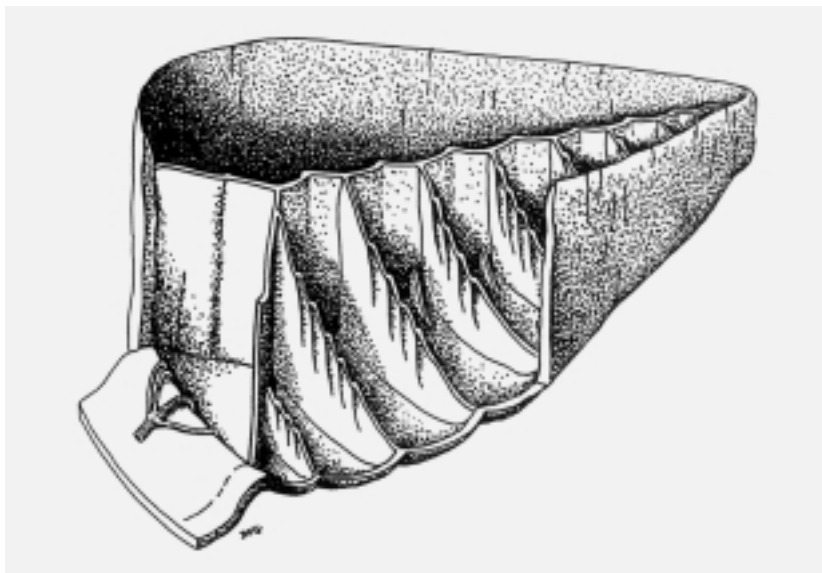
Мешковидный отпечаток, видимо, также принадлежащий вентогирусу (уменьшено в три раза).

палеонтолога Е.Дзика, образовывались окаменелости рода *Ernietta* из венда Намибии [9].) Допустив, что захоронения вентогируса возникали подобным образом, можно объяснить и выпуклость нижней стороны его ископаемых остатков, и расправленность стенок полости, и отсутствие сортировки по размерам.

На основе отпечатков вентогируса можно сделать предположение о его мягкотелости. Это донное животное не имело



Перенос и захоронение остатков вентогирусов гипотетическим потоком. Если тело оставалось неповрежденным, образовавшийся после его захоронения мешковидный отпечаток не имел характерных для вентогируса признаков (а—а'). В том случае, когда в процессе переноса лопались швы между долями, осадок мог проникнуть в часть открывшихся полостей и в результате возникал наиболее сложный многоярусный отпечаток (б—б'). Более длительный перенос приводил к разрыву тела на части и образованию фрагментарных отпечатков, похожих на лодки (в—в').



Первоначальная реконструкция вентогируса в виде лодки. Ветвящаяся трубочка внизу — распределительная система. В дальнейшем оказалось, что она проходит по продольной перегородке организма, подобного гребневика.

Рисунок Д.В.Гражданкина

склеритизированных частей — ни органических, ни тем более минеральных. В противном случае их следы сохранились бы на отпечатке. Склериты, более стойкие к различным физическим воздействиям, чем мягкие ткани, проявились бы в виде участков, мало подверженных смятию, резко выделяющихся четкостью рельефа и более или менее постоянной формой. Так как ничего этого на отпечатках нет, остается заключить, что слагавшее тела вентогирусов вещество было гибким и высоко эластичным. Поэтому одни участки тел посмертно могли быть сжаты в комок или скручены веревочкой, другие — широко растянуты. Единственное вещество с подобными свойствами, по мнению Дзика, — коллаген, широко распространенный только в животном мире.

Если считать, что благодаря коллагеновому веществу сохранились в ископаемом состоянии части тела вентогируса, он действительно должен принадлежать к царству животных, причем многоклеточных. Однокле-

точность исключена, так как на отпечатках видны элементы проводящей системы, да и размеры тела (до 15 см в длину) слишком велики.

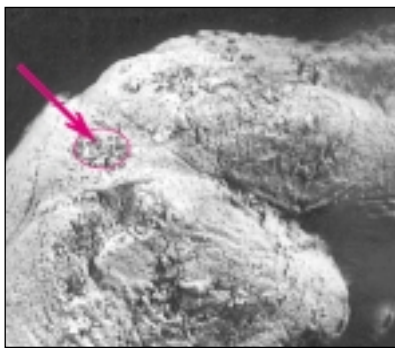
Каких же беспозвоночных напоминает вентогирус, исходя из особенностей его отпечатков? Наличием одинаковых радиально расположенных секторов сходен с книдариями, а строгой симметричностью всех своих частей — с гребневиками. Радиальная симметрия предполагает сидячий образ жизни или медленное плавание в толще воды. Каких-либо образований для прикрепления вентогируса не обнаружено, но нельзя исключить, что ему принадлежат найденные рядом фрагменты трубок, которые могли бы составлять стебелек, служивший для укрепления в грунте или соединения с другими, не найденными пока частями. В последнем случае вентогирус с его многочисленными, вероятно, полыми камерами мог быть поплавком-пневматофором, способным поддерживать большого размера организм

или целую колонию неизвестных пока организмов (гипотеза М.А.Федонкина). Но, повторяю, никаких структур, выходящих за пределы яйцевидного тела, не обнаружено.

Вентогирус — гребневик?

Так что же это было за животное? Я представляю себе его в виде гребневика (*Stenophora*). Осевая призма — это пищеварительная полость, на заостренном конце которой располагалось ротовое отверстие. Из области, близкой к слепому концу пищеварительной полости, отходили дихотомически ветвящиеся сосуды распределительной системы, по которым питательные вещества продвигались к наружной поверхности тела. Здесь, вероятно, располагались полоски мерцательного эпителия. Большая часть их была вытянута по горизонтали, а меньшая — по вертикали. Эти гипотетические полоски мерцательных клеток составляли двигательный аппарат животного и крепились на подходящих снизу перегородках. Три больших поля вблизи аборального конца, не рассеянных перегородками, могли нести щупальца. Во впадине, в центре поля, должно было располагаться одиночное щупальце, которое, видимо, приводилось в движение мускулатурой. На ее наличие указывают складки, радиально расходящиеся от впадины.

Таким образом, то, что можно восстановить в организации вентогируса, есть и у гребневиков. И наоборот, основные элементы их строения присутствуют у вентогируса. Даже аборальный орган, сохранившийся, возможно, в виде темного круглого пятна в центре слепого конца осевой призмы. К слову, именно таким замечен этот орган на отпечатках кембрийских гребневиков [10]. (С ними иногда сопоставляют некоторых других вендских ископаемых, близких



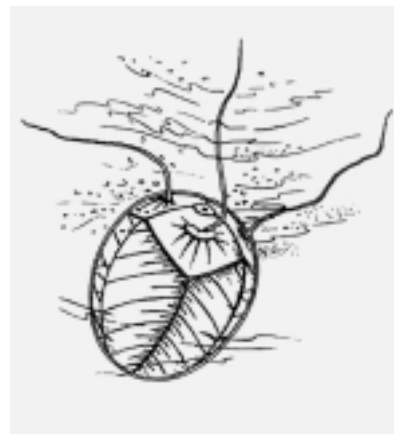
Предполагаемый след аборального органа в виде темного пятна внутри треугольника (показано стрелкой; увеличено в два раза).

по строению к вентогирусу, но четырехлучевых [11].) Как видно, с ними у ископаемого вендского вентогируса много общего. Но есть и резкое отличие — в порядке радиальной симметрии. Все современные и ископаемые гребневики — животные с неполной четырех- или нормальной двухлучевой симметрией [12], а вентогирус — с трехлучевой. Такая симметрия вообще не свойственна фанерозойским неколонияль-

ным организмам. Но в венде она была широко распространена среди дисковидных ископаемых и известна также у целого ряда трубчатых из раннего кембрия. А недавно мы с Федонкиным описали вендское трехлучевое животное с мешковидным удлиненным телом [13]. Все они сопоставляются с кишечноплодными. Дисковидные с самого начала сравнивались с медузами, трубчатые были введены А.К.Вальковым в состав сцифомедуз (Scyphozoa) [14]. Федонкин всех трехлучевых объединяет в новый класс кишечноплодных Trilobozoa [1].

Видимо, в венде и раннем кембрии существовала особая группа трехлучевых животных, имевшая сидячие и плавающие жизненные формы. Были ли они в действительности родственны кишечноплодным и гребневикам, установить невозможно, но уровень организации у них был такой же.

Хотя вендский вентогирус дошел до нашего времени только в виде отпечатков, облик и строение этого мягкотелого животного удалось, как представляется, восстановить. Сократилось и количество таксо-



Реконструкция вентогируса в виде подобного гребневику организма.

нов, к которым он мог быть причислен. Оказывается, и столь своеобразные вещественные остатки, как отпечатки бесскелетного организма, могут содержать очень много информации о древнейших существах. ■

Работа выполнена при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 02-05-64658) и фонда «Научные школы» (проект 1790-2003-5).

Литература

1. Федонкин М.А. Бесскелетная фауна венда и ее место в эволюции Метазоа. М., 1987.
2. Zhuravlev A. Yu. // N. Jb. Geol. Paläont. Abh. 1993. V.190(2/3). P.299—314.
3. Retalack G. J. // Paleobiology. 1994. V.20. P.523—544.
4. Seilacher A. // Journal of the Geol. Soc. 1992. V.149. P.607—613.
5. Чистяков В.Г., Калмыкова Н.А., Несов Л.А., Суслов Г.А. // Вестн. ЛГУ. 1984. №6. С.11—19.
6. Иванцов А.Ю., Гражданкин Д.В. // Палеонтол. журн. 1997. №1. С.3—18.
7. Иванцов А.Ю. Зависимость реконструкций от характера сохранности эдиакарских организмов // Экосистемные перестройки и эволюция биосферы. Вып.4 / Ред. А.Г.Пономаренко., А.Ю.Розанов, М.А.Федонкин. М., 2001. С.64—67.
8. Burzin M.B., Grazhdankin D.V., Bronnikov A.A. // Journal of Journals. 1998. V.2. №1. P.47—53.
9. Dzik J. // Geology. 1999. V.27. P.519—522.
10. Conway-Morris S., Collins D. Philos. // Trans. R. Soc. Lond. 1996. V.351. P.279—308.
11. Dzik J. // Journ. Morphol. 2002. V.252. P.315—344.
12. Беклемишев В.Н. Основы сравнительной анатомии беспозвоночных. Т.1. Проморфология. М., 1964.
13. Ivantsov A.Yu., Fedonkin M.A. // Palaeontology. 2002. V.45. №6. P.1219—1229.
14. Вальков А.К. Биостратиграфия нижнего кембрия востока Сибирской платформы (Учуро-Майский район). М., 1982.