

УДК 562/569

ББК 28.16

Ж91

Научные редакторы Александр Банников, д-р биол. наук;

Николай Зверьков, канд. геол.-минер. наук;

Сергей Ляпков, канд. биол. наук;

Павел Скучас, д-р биол. наук.

Редактор Анна Щелкунова

Журавлев А.

Ж91 Как живые: Двухногие змеи, акулы-зомби и другие исчезнувшие животные / Андрей Журавлев. — М. : Альпина нон-фикшн, 2024. — 436 с. : ил.

ISBN 978-5-00223-082-2

Какого цвета был ихтиозавр? Сколько калорий в день требовалось мегалодону? Можно ли летать на брюшных ребрах (и что это вообще такое)? Как выглядели змеи с ногами, черепахи без панциря или земноводные с плавниками? Кто кого ел, как передвигался и чем дышал? Сегодня палеонтология отвечает на вопросы, которые всего десять лет назад никто не решился бы даже задать. На примере 27 очень разных животных известный российский геолог и популяризатор науки Андрей Журавлев рассказывает о том, что мы можем узнать из палеонтологических находок. Как живые, перед читателем предстают самые разные существа — от мелких организмов, похожих скорее на червячков и плававших в морях более полумиллиарда лет назад, до гигантских ящеров, чьи шаги сотрясали почву немногим более 40 000 лет назад, и вселяющих ужас мегаакул.

УДК 562/569

ББК 28.16

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в интернете и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу mylib@alpina.ru

ISBN 978-5-00223-082-2

© Журавлев А., 2024

© Марченко А., иллюстрации, 2024

© ООО «Альпина нон-фикшн», 2024

Оглавление

Введение	5
----------------	---

Часть I

Рыбные дни

Глава 1	Первый среди первых. Юньнанозоон	11
Глава 2	«Рыбка» с музейной полки. Клидагнат	20
Глава 3	Зубы прежде всего. Прискомизон	40
Глава 4	Вид на мозг через ноздри. Шу-ю	55
Глава 5	Многозвездный броненосец. Ромундина	70
Глава 6	Пронзающий птеродактилей. Аспидоринх	82
Глава 7	Всамделишная рыба-кит. Лидсихт	97
Глава 8	Рыба — циркулярная пила. Геликоприон	109
Глава 9	Акула-зомби, или тупорылый каннибал. Мегалодон	120

Часть II

Моя внутренняя жаба

Глава 10	В ожидании Гого. Гогонас	141
Глава 11	Скачки эволюции. Пандерихт	155
Глава 12	Рыба с пальцами. Элпистостега	163
Глава 13	На сушу, выпучив глаза. Пармастега	170
Глава 14	В зеленой Гренландии. Ихтиостега и акантостега	177
Глава 15	Боги Египта. Бентозух	198
Глава 16	Морская лягуха. Ритидостей	212
Глава 17	Жизнь как на вулкане. Тунгуссогирин	221
Глава 18	Череп-бумеранг. Диплокаул	231

Часть III

Другие ящеры

Глава 19	Затерянный во времени. Уралэрпетон.....	245
Глава 20	Парарептилия. Скутозавр.....	257
Глава 21	Из ребра, но не Ева. Паппохелис	274
Глава 22	Двуглавый дракон. Гифалозавр	294
Глава 23	Толстокожая мама. Стеноптеригий.....	309
Глава 24	Длинношеее. Плезиозавр.....	333
Глава 25	Брюхолёт. Целюрозаврав.....	356
Глава 26	Владыка континента. Мегалания	366
Глава 27	Змея на задних ножках. Нахаш	384
Краткое послесловие		403
Избранная библиография		406

Введение

Если речь заходит об ископаемых животных — неважно, с реальным собеседником или в комментариях к какой-нибудь публикации в интернете, — то сразу вспоминают динозавров и мамонтов. Еще бы, самые здоровенные звери на планете! Как они, например, вымахали до таких размеров? Может, Земля тогда была побольше (при той же массе), а гравитация на ней, значит, поменьше? Или воздух до предела насытился кислородом и дышалось им легче легкого (а сами легкие были преогромные, и все тело — как воздушный шарик)? Да еще и вымерли как-то странно: то ли от апоплексического удара (гигантским метеоритом в висок), то ли от супервулканического супервзрыва, от жуткого похолодания, от страшного потепления, которое случилось, когда географическая ось Земли налетела на ее же металлическое ядро и погнулась...

Даже опытные геологи и биологи нередко задают подобные вопросы. Можно ли вообще на них ответить? (Нужно ли — спрашивать не будем.) Хотелось бы сказать, что да, поскольку прогресс современной науки... Но будем честными: как бы далеко ни ушел этот прогресс, не до каждого вымершего существа можно докопаться и в прямом, и в переносном смысле.

Отчаиваться не стоит. О многих давно исчезнувших видах мы знаем намного больше, чем о большинстве современных. Ведь поди попробуй понаблюдать за стаей волков или стадом сайгаков в природе! Да что там говорить. На протяжении 10 лет, что я проработал в российской редакции ведущего научно-популярного журнала мира *National Geographic*, к нам много раз поступали письма с просьбой, порой профес-

сионально обоснованной, взять послателя сего в штат фотографом. «Отчего же не взять. Вот сделайте только репортаж об одном дне из жизни обычного домового воробья», — со всей серьезностью отвечали мы. «Легко!» — слышалось даже в письменном ответе, и... очередной несостоявшийся штатный фотограф навсегда растворился в пространстве.

Ископаемое существо уже никуда не убежит, не улетит и не уплывет. Остается его только разыскать и дать ему научное название. А вот дальше посмертная судьба складывается весьма по-разному. Нередко официальные имя и фамилия достаются одной-единственной косточке (к тому же обломанной) динозавра, зубу ихтиозавра или крылу насекомого, посмертно отчлененному от остальных частей хозяина и унесенному далеко от места его упокоения. Так они навсегда и остаются в науке: кто куском позвонка, кто зубом из нижней челюсти, кто обрывком переднего крыла с изящной сеточкой... Звучное имя есть, а за ним почти ничего нет.

Бывает и по-другому. С подводного склона с шумом скатывается мощный мутьевой поток, и плотное облако взвеси уносит и заваливает огромное поселение разных донных организмов, не щадя тех, кто плавал возле самого дна... Потоки горячей воды растекаются из недр вулканического разлома и, смешиваясь со свежим пеплом, увлекают в глубины большого озера всех, кто просто проходил мимо... Могучий первобытный бизон вырывается из хватких лап и мощных челюстей пары пещерных львов, прыгает на сочную зеленую поляну, которая оказывается бездонной холодной трясиной, и уходит на дно в безжизненные и бескислородные воды... Стая саблезубых хищников, привлеченная стонами увязшего в асфальтовом болоте мастодонта, начинает подкрадываться к нему и навсегда вязнет в липкой смоле... И оказавшиеся в этом самом месте сотни тысяч или миллионов лет спустя палеонтологи становятся обладателями богатейших коллекций, состоящих из десятков и даже тысяч экземпляров одного и того же вида. А если это остатки всего лишь одной особи (к примеру, упомянутого выше бизона), все

равно их сохранность такова, что можно в деталях изучать строение каждой шерстинки и рогового чехла, извлекать древние белки, жиры и ДНК, в которой подробно записан жизненный путь особи, всего вида и его предков в придачу. Случается и так, что на протяжении десятилетий на ограниченной территории из определенной толщи древних осадочных слоев собирают, не упуская ни единого фрагмента, все косточки и зубы. Их набирается столько, что опять же можно в деталях воссоздать не только облик давно исчезнувшего существа, но и историю популяции, к которой оно принадлежало.

Вот о таких удивительных и необычных, пусть и не совсем уж редких находках, позволяющих представить, какими вымершие животные были при жизни, и пойдет речь в этой книге. Итак, перед вами 27 ярких портретов, подобранных так, чтобы показать в общих чертах эволюцию позвоночных животных: от мелких организмов, похожих скорее на червячков и плававших в морях почти 520 млн лет назад, до гигантских ящериц, чьи шаги сотрясали почву немногим более 40 000 лет назад, и мегаакул, наводивших ужас на все живое, включая человека наших дней (табл. 1).

ГЕОХРОНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКАЛА: ПЕРИОДЫ И ЭПОХИ

Эра	Период	Эпоха	Начало (млн лет)	
кайнозойская	четвертичный	голоценовая	0,017	0,06 – мегалания
		плейстоценовая	2,58	
	неогеновый	плиоценовая	5,33	15 – мегалодон
		миоценовая	23,0	
	палеогеновый	олигоценная	33,9	
		эоценовая	56,0	
		палеоценовая	66,0	

8 КАК ЖИВЫЕ

Эра	Период	Эпоха	Начало (млн лет)	
мезозойская	меловой	поздняя	100,5	100 – нахаш
		ранняя	145	130 – гифалозавр 157 – аспидоринх
	юрский	поздняя	161,5	165 – лидсихт
		средняя	174,7	
		ранняя	201,4	180 – стеноптеригий 200 – плезиозавр
	триасовый	поздняя	237	
		средняя	247,2	240 – паппохелис
		ранняя	251,9	248 – ритидостей 250 – бентозух 252 – тунгуссогирин
				254 – уралэрплетон 254 – скутозавр
палеозойская	пермский	поздняя	259,5	260 – целорозаврав
		средняя	273,0	
		ранняя	298,9	290 – диплокаул 290 – геликоприн
	каменноугольный	поздняя	307,0	
		средняя	323,2	
		ранняя	358,9	340 – клидагнат 360 – прискомизон 365 – ихтиостега акангостега
	девонский	поздняя	382,7	372 – пармастега 375 – эллистостега
		средняя	393,3	380 – гогонас 385 – пандерихт
		ранняя	419,2	415 – ромундина
	силурийский	поздняя	427,4	
		ранняя	443,8	438 – шу-ю
	ордовикский	поздняя	458,4	
		средняя	470,0	
		ранняя	485,4	
	кембрийский	поздняя	497	
		средняя	509	
		ранняя	538,8	518 – юньнаноэон

Таблица 1. Время появления животных, представленных в этой книге, с привязкой к геохронологической шкале

Не могу не выразить глубокую признательность своим коллегам, которые нашли время, чтобы вычитать главы этой книги и высказать автору все, что они о ней и о нем думают: Александру Федоровичу Банникову из Палеонтологического института им. А. А. Борисяка РАН (ПИН РАН), Николаю Геннадьевичу Зверькову из Геологического института РАН, Сергею Марленовичу Ляпкову с биологического факультета МГУ им. М. В. Ломоносова и Павлу Петровичу Скучасу с биологического факультета СПбГУ. Я также премного благодарен Павлу Александровичу Безносову из Института геологии им. Н. П. Юшкина Коми научного центра Уральского отделения РАН (ИГ КНЦ УрО РАН); Валерию Константиновичу Голубеву, Олегу Анатольевичу Лебедеву, Игорю Витальевичу Новикову (ПИН РАН); Юэну Кларксону из Эдинбургского университета (EU); Татьяне Юрьевне Толмачевой из Всероссийского научно-исследовательского геологического института им. А. П. Карпинского (ВСЕГЕИ); Фанченю Чжао из Нанкинского института геологии и палеонтологии Китайской академии наук (НИГПАН) и собрату по многим экспедициям фотографу Андрею Павловичу Каменеву за любезно предоставленные изображения своих «питомцев». Особая благодарность Александре Марченко (биофак МГУ), которая сделала героев книги живее всех живых.

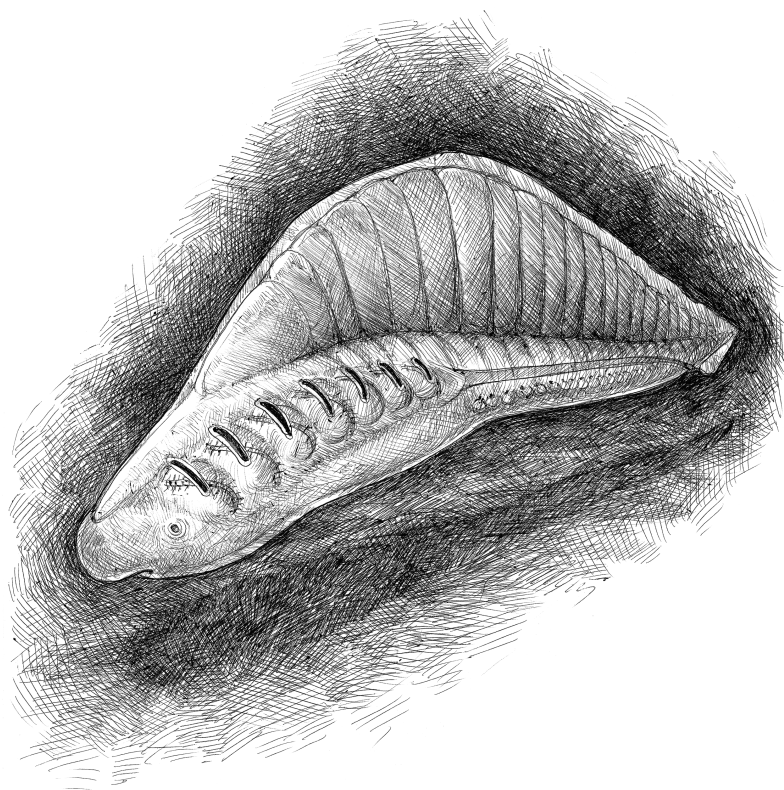
Часть I

Рыбные дни

Глава 1

Первый среди первых.

Юньнанозоон



Ископаемое животное, о котором здесь пойдет речь, наверное, рекордсмен по числу находок среди всех позвоночных. Судите сами: вид был описан по трем экземплярам, к которым две следующие посвященные ему работы добавили 22 и 40 штук, затем еще 305, 759, 1420 и, наконец, 127 экземпляров. Итого: 2676 особей.

Так получилось в силу двух естественных обстоятельств и благодаря крестьянской смекалке. Во-первых, были эти существа небольшими (до 4 см длиной) и буквально, чтобы не пропасть поодиночке, сбивались в огромные стаи. Во-вторых, стаи плавали вблизи речной дельты, уходившей глубоко в море, где их время от времени накрывали мутьевые потоки. Муть обволакивала все живое и уносила задыхающиеся существа в бескислородные глубины. Там их засыпала эта же тонкая взвесь, превратившаяся в прекрасный упаковочный материал и уберегшая нежные тельца от прожорливых падальщиков, настырных рыхлителей осадка и особо активных, но живущих лишь в кислородной среде бактерий-деструкторов. Органическое вещество, слагавшее ткани и органы, стало субстратом, на котором оседали ионы из поровых растворов, перетекающих в еще жидком осадке. Со временем органика заместились глинистыми и другими минералами. Так 518 млн лет назад образовалось знаменитое ныне нижнекембрийское местонахождение Чэнцзян на северо-востоке китайской провинции Юньнань. Будучи самым богатым и по обилию находок, и по общему разнообразию видов нижнекембрийским лагерштеттом (местонахождение исключительной сохранности), Чэнцзян одновременно является и древнейшим среди всех местонахождений подобного рода.

Герой этой главы оказался среди ископаемых организмов, принесших Чэнцзяну всемирную славу. В 1991 г. один из первооткрывателей лагерштетта, Хоу Сянь-Гуань из НИГПАН, и два известных палеонтолога, Ян Бергстрём и Ларс Рамскёльд из Шведского музея естественной истории в Стокгольме, по трем образцам описали в скромном журнале *Zoologica Scripta*

новое ископаемое под именем *Yunnanozoon lividus*. Буквально оно означает «сизый зверек из Юньнани» и обыгрывает его цвет на поверхности породы. Поскольку окаменелый юньнанозоон выглядел как сегментированный червячок, покрытый плотной кожей, авторы предположили, что его место где-нибудь среди приапулид или нематод — червей, которые, подобно членистоногим, по мере роста сбрасывают свою старую шкурку-кутикулу.

Лишь несколько лет спустя палеонтологи выяснили, что в передней части тела юньнанозоона находилось несколько тонких ободков, очень напоминавших жаберные дуги (рис. 1.1). А над ними располагалось продольное утолщение, сравнимое с хордой. Хорда — веретеновидная трубка, наполненная полужидким содержимым, служащая гибкой опорой для мышечных блоков и окруженная прочной двойной оболочкой из кольцевых коллагеновых и продольных мышечных волокон. Именно этот орган дал название целому типу животных — от асцидий (морских спринцовок) и амфиоксиса (ланцетника) до птиц и млекопитающих. Правда, сохраняется хорда до конца жизни далеко не у всех. Хорошо она просматривается у круглоротых (миноги и миксины), химер, мясистолапстных рыб и осетровых. (Последних даже потрошат ради нее для старинного русского лакомства — пирогов с вязигой.)

Сегменты юньнанозоона на сей раз были отождествлены с мускульными блоками. Общий набор признаков вполне годился для опознания в «зверьке» хордового, подобного ланцетнику, и публикация попала в *Nature*. С выводами согласились далеко не все: почти сразу в том же издании вышла статья другого коллектива авторов, где юньнанозоон «превратился» в полухордового. Ведь у него вроде бы намечалось трехчастное тело — с хоботком, воротничком и собственно туловищем. Да и жаберный скелет был вполне к месту — в передней части. Оставалось придумать новое место для сегментов, и, поскольку членистой на вид казалась только спинная часть тела, они «сложились» в плавник... Одновременно из того же

местонахождения Чэнцзян, которое разрослось до нескольких «фоссил-добывающих» карьеров и по совместительству крестьянских хозяйств, были извлечены сотни ископаемых, очень похожих на нашего героя, но получивших другие имена: *Haikouella lanceolate* и *H. jianshanensis* (статьи в *Nature* и *Science* соответственно). И в том и в другом названии увековечен уезд Хайкоу, где расположены основные карьеры. Вот эта научно-крестьянская индустрия и стала третьим важным фактором, благодаря которому на-гора были выданы десятки тысяч чэн-цзянских окаменелостей.

Хайкоуелла имени ланцетника виделась почти что позвоночным — с глазами, сердцем, спинной и брюшной аортами и двумя нервными тяжами; хайкоуелла цзяньшаньская с наружными жабрами — в лучшем случае примитивным вторичноротым животным. На самом деле, как это нередко случается в палеонтологии, все эти «отпечатки», т. е. тельца с минерализованными органами и тканями, представляли собой немного по-разному сохранившиеся остатки все того же юньнано-зоона...

Неутомимый Хоу Сянь-Гуань с молодыми коллегами из Юньнаньского университета и двумя блестящими специалистами по древним хордовым — Ричардом Элдриджем и Марком Парнеллом из Лейстерского университета — обследовали еще несколько каменных блоков с многочисленными отпечатками этого ископаемого. Подводя итоги истории его изучения, они пришли к выводу, что все выводы пока что преждевременны. У юньнано-зоона были плотные структуры, сравнимые с жаберными дугами (первая пара этих дуг и казалась подозрительными «аортами»), и округлые жаберные щели, открывающиеся между ними, — все как у вторичноротых. Дуги находились в самом теле, а прежнее впечатление о наружных жабрах сложилось при изучении остатков, которые частично распались, прежде чем мягкие ткани заместились минералами. Сегментированной оказалось почти вся верхняя часть туловища, к тому же весьма объемная. Но винтообразный кишеч-

ник и странные шаровидные парные объекты в брюшной полости (вероятно, гонады — органы размножения) по-прежнему не позволяли сопоставлять юньнанозоона с кем бы то ни было вообще (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Отпечаток юньнанозоона (*Yunnanozoon lividus*), длина 4 см; вид сбоку: в передней части — жаберные дуги с двойным рядом лепестков каждая (слева), гонады (снизу по центру) и поперечные мускульные блоки (в верхней части); раннекембрийская эпоха (518 млн лет); Чэнцзян, пров. Юньнань, Китай (Фанчень Чжао, НИГПАН)

Учитывая «разночтения», более достойным кандидатом в предки всех хордовых стала представляться открытая еще в начале прошлого века пикайя (*Pikaia gracilens*) из не менее знаменитого среднекембрийского лагерштетта — сланца Бёрджесс, возрастом около 505 млн лет (рис. 1.2). Правда, и у нее обнаружили странные парные щупики на голове и разветвленные наружные жабры, как у каких-нибудь моллюсков...

Недавно новое поколение китайских палеонтологов во главе с Цин-И Тянем из Нанкинского университета и Фанченем Чжао из НИГПАН изучило остатки юньнанозоона с помощью рентгеновского микротомографа и другого современного инструментария. А затем представило свои соображения в статье, опубликованной в том же *Science*. Вот что получилось. Все семь жаберных дуг находились в глотке животного и были построены из нескольких плотных стерженьков, несущих парные уплощенные филаменты. Каждый стерженец включал три десятка дисков, разделенных перегородками, а сами диски состояли из четырех ячеистых камер. Верхние и ниж-



Рис. 1.2. Отпечаток пикайи (*Pikaia gracilens*), длина 5 см; вид сбоку: в передней части — пара щупиков (справа вверх), поперечные мускульные блоки по всему телу и хвостовая лопасть (внизу); среднекембрийская эпоха (505 млн лет); сланец Бёрджесс, пров. Британская Колумбия, Канада (Королевский музей Онтарио)

ние концы дуг упирались в продольные стержни (именно они были ранее описаны как нервные тяжи). Электронная микроскопия и элементный анализ выявили в жаберных дугах и продольных стержнях органическое вещество в виде расположенных параллельно друг другу тончайших микрофибрилл (около 12 мкм в диаметре). Микрофибриллы и поперечные перемычки между ними образовывали частую решетку.

Примечательно, что у ряда современных позвоночных при развитии хрящевой ткани продолговатые клетки-хондроциты располагаются вдоль оси жаберной дуги, образуя дисковидные структуры. Именно так у юньнанозоона и устроены жаберные дуги с ячеистыми камерами — ячеи в них появились на месте распавшихся хондроцитов. Причем размер и расположение микрофибрилл соответствуют волокнам фибриллина — вне-

клеточного матрикса, образующего хрящ первых жаберных дуг у личинок миног и глоточный скелет у ланцетника. В свою очередь, хрящевые спинной и брюшной стержни этого организма сравнимы с элементами жаберного скелета, известными у ископаемых миксин и некоторых других бесчелюстных. Все это означает, что юньнанозоон принадлежал к предковой группе позвоночных животных.

Более того, наличие столь сложного хрящевого скелета предполагает, что у юньнанозоона уже был четвертый зародышевый листок — нервный гребень, характерный для позвоночных. Именно нервный гребень — совокупность подвижных плюрипотентных (т. е. буквально «на все способных») стволовых клеток — способствует образованию многих важнейших клеток, тканей и органов. Это, например, мозговая коробка черепа; меланоциты; одонтобласты; мышцы радужной оболочки, мышечного и соединительнотканного слоев стенки аорты; шванновские клетки, создающие электроизолирующую оболочку аксонов нервных волокон; клетки Меркеля, отвечающие за чувствительность нашей кожи. Стоит отметить, что строение юньнанозоона позволяет приверженцам обоих основных гипотез о происхождении челюстей позвоночных сохранять статус-кво. Можно либо выводить челюсти от первой жаберной дуги этого животного, либо предполагать, что у него была еще и упрощенная предчелюстная дуга, на что указывает небольшой подкововидный хрящ. (К интригующему вопросу, как вообще жилось без челюстей, мы еще вернемся.) Однако разнообразие в строении глоточного скелета у первых кембрийских хордовых указывает на то, что жаберный скелет и его дериваты, возможно включая челюсти, могли развиваться независимо в разных группах позвоночных.

Главное, что скелет юньнанозоона состоял из клеточного хряща и внеклеточного микрофибриллярного матрикса. Эти особенности его строения позволяют считать «зверька из Юньнани» древнейшим позвоночным, или, говоря языком современной науки, представителем стволовой группы этих животных.

Что привлекло юньнанозоонов в таком количестве в раннекембрийскую продельту, расположенную на краю суши древнего тропического южнокитайского континента? Сообща можно было не так опасаться прожорливых хищников. А их уже существовало немало. В толще воды парили огромные по сравнению с юньнанозооном (100 против 4 см) и зоркие аномалокаридиды. Они врывались откуда-то с морских «небес» в гущу стаи и хватали гибкими членистыми конечностями с острыми шипами всех, кого успеют. А затем подтягивали смертельно раненную жертву ко рту, усаженному по краю режущими треугольными и смыкающимися в центре зубами. У дна в ожидании добычи сидели и плавали разные, тоже немаленькие, членистоногие с давящими колючими клешнями или дробящими и пронзающими головными конечностями... Изобретенная юньнанозооном и его современниками стратегия, когда животные, особенно небольшие, собираются в стаи, чтобы избежать зубов и лап крупного хищника, работает до сих пор. Для удачной охоты тому требуется выбрать конкретную жертву, а как на нее нацелиться, если все находится в постоянном движении, создавая огромную колышущуюся и текучую массу?

Кроме того, муть, которая почти постоянно висела в подвижных водах продельты, хотя временами убивала, служила дополнительной спасительной завесой и источником пищи. Содержащейся в ней органической взвесью можно было питаться, фильтруя воду. Для этого юньнанозоону, вероятно, и понадобился совершенный фильтровальный аппарат: жаберные щели, ведущие к жаберной решетке с тонкими, улавливающими малейшие съедобные частицы филаментами...

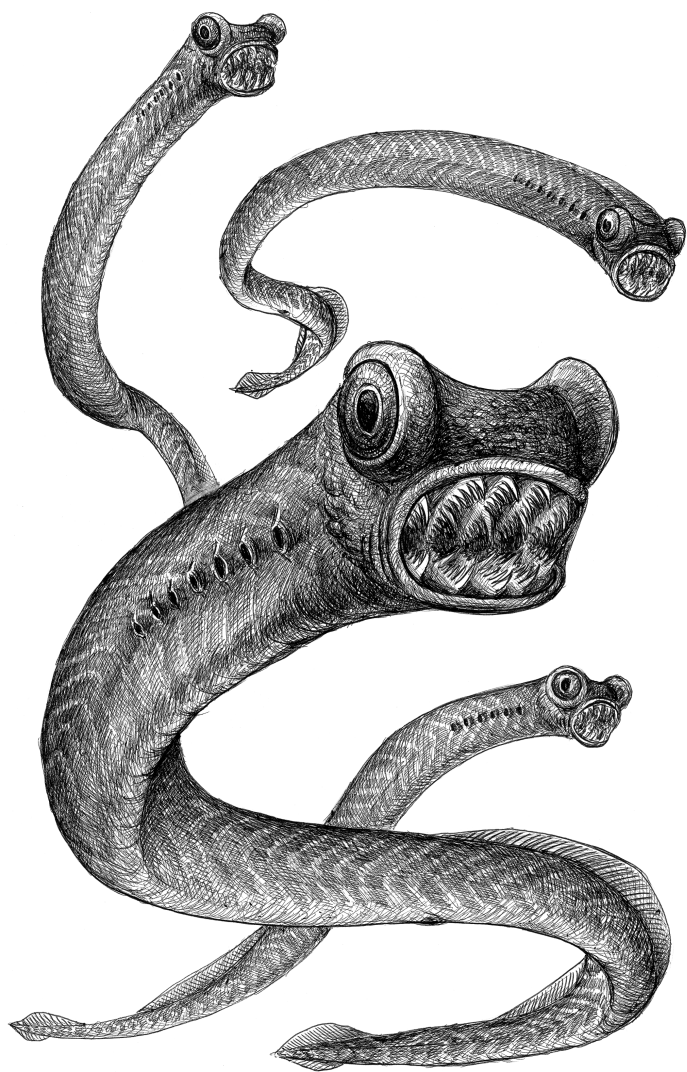
Крайне важно и само наличие жабр. Казалось бы, кожное дыхание, позволяющее доставить кислород сразу в любую точку тела, имеет явное преимущество. Но это верно для мелких организмов. Когда же условная точка раздувается большим шаром, диффузия газа затрудняется. А такой орган, как жабры, обладая огромной площадью при небольшом объеме, позволяет существенно ускорить газообмен (поглощение кис-

лорода и выделение углекислого газа). Далее разветвленный кровоток доставит кислород в сколь угодно удаленный «закоулок» тела. Вероятно, что появившаяся у юньнанозоона замкнутая кровеносная система, жидкость в которой под давлением растекается по сосудам и возвращается к сердцу, стала еще одним важным преимуществом всех его потомков. Быстрый газообмен, обеспеченный такой системой, наряду с жаберным дыханием способствовал «карьерному» росту и продвижению. Тем, что позвоночные превзошли всех других животных в раз- мере и скорости передвижения, они обязаны сочетанию этих двух новшеств. Жабры, конечно, возникли не на пустом месте. Судя по использованию этого органа столь разными, но древними по происхождению организмами, как крыложаберные, ланцетники и личинки миног, изначально он предназначался для ионного обмена со средой. Нужно было как-то получать столь важные элементы, как, например, натрий и кальций. Этим занимаются особые клетки — ионоциты, сосредоточенные как раз в жаберных тканях. Когда-то ионоциты выделяли слизь для улавливания пищи, поэтому совсем неудивительно, что жаберная корзинка у многих водных животных используется для отцеживания пищевых частиц. В раннекембрийских морях, где кислорода почти всегда недоставало, понадобилось sporo решить проблему дефицита этого живительного газа, и жабры с ионоцитами оказались действительно в нужное время в нужном месте.

Глава 2

«Рыбка» с музейной полки.

Клидагнат



В 1856 г. российский палеонтолог и эмбриолог Христиан Генрих Пандер в трудах Санкт-Петербургской Императорской академии наук описал маленькие гребенчатые и конические блестящие фосфатные зубы (рис. 2.1, 2.2). То, что они в основном конические и, скорее всего, зубы, отразилось в их названии: *Conodonta*. Вклад Пандера в естественные науки, особенно в палеонтологию, ученые увековечили в родовых названиях таких интересных ископаемых, как конодонт пандерод (*Panderodus*) и важная переходная форма между водными и наземными позвоночными — пандерихт (*Panderichthys*). С ними мы еще встретимся.

Но прежде — о самом Христиане Ивановиче, как величали его современники. Как и многие российские ученые XVIII–XIX вв., он был остзейским дворянином, выходцем из Риги, а научную деятельность начинал в немецких княжествах. Его диссертация доктора медицины, где в мельчайших подробностях описывалось развитие куриного зародыша, стала осново-



Рис. 2.1. Платформенный конодонтовый элемент эоплакогнат (*Eoplacognathus lindstroemi*), ширина 0,95 мм; среднеордовикская эпоха (466 млн лет); р. Волхов, Ленинградская обл. (Т. Ю. Толмачева, ВСЕГЕИ)



Рис. 2.2. Гребневидный конодонтовый элемент паракордилод (*Paracordylodus gracilis*), ширина 0,35 мм; раннеордовикская эпоха (470 млн лет); Прибалхашье, Казахстан (Т. Ю. Толмачева, ВСЕГЕИ)

полагающим трудом по эмбриологии. По большей части эту и многие другие работы он делал за свой счет. Лишь поездка в Бухарское ханство в составе российской дипмиссии оплачивалась из государственной казны. Из Бухары Пандер привез не только несколько ящиков с коллекциями, но и двух русских военнопленных... в тех же ящиках. Во время полевых экспедиций он обращал внимание на все интересные объекты. Одним из первых стал собирать трилобитов, иглокожих и других ископаемых в окрестностях Санкт-Петербурга, описав местные, популярные ныне среди любителей ордовикские пласты. Позднее занимался серьезными геологическими изысканиями для строительства железной дороги между российскими столицами и для добычи каменного угля в Тульской губернии для сбережения лесов. Несколько объемных его трудов было посвящено палеозойским бесчелюстным животным, а также панцирным и мясистолапастным рыбам из Шотландии и России, с детальными зарисовками всех костей и реконструкцией облика.

Теперь известно, что ученый открыл одну из самых многочисленных и долгоживущих групп морских животных: конодонтофориды (т. е. конодонтоносцы) плавали во всех морях с конца кембрийского почти до исхода триасового периода (490–210 млн лет назад). Изучая эти мельчайшие окаменелости, обильные в палеозойских отложениях Прибалтики и Северо-Западной России, ученый по распределению фосфатных наслоений понял, что конодонты закладывались в мягких тканях, и посчитал их зубами рыб или бесчелюстных позвоночных. Вот как характеризовал их сам автор: «Остатки, маленькие блестящие, продолговатые, оканчивающиеся наверху острием, книзу постепенно или внезапно расширяющиеся, то более, то менее согнутые, большинство спереди и сзади снабжены острым килем, очень похожи на зубы рыб»*.

И он оказался гораздо ближе к истине, чем многочисленные исследователи конодонтов за последующие 150 лет. Куда их только не прикладывали: от хвоста до желудка. Так, современник Пандера и его соратник по академии Эдуард Эйхвальд считал их покровными пластинками голотурий, а известный знаток позвоночных Ричард Оуэн из Музея естественной истории в Лондоне сравнивал с зубами моллюсков и кольчатых червей. В год, когда человек наследил на Луне, наверное, второй по значимости сенсацией стала находка целого, насколько это может относиться к палеонтологическим образцам, тела с конодонтами. Его обнаружили в нижнекаменноугольном известняке Беар-Галч на северо-западе США. Подробное описание животного, в раннекаменноугольную эпоху (около 330 млн лет назад) обитавшего в морской лагуне вместе с многочисленными многощетинковыми червями, мечехвостами, миногами, целакантами и акулами, появилось через несколько лет. Выяснилось, что фосфатные зубы росли не в пасти или глотке, не на хвосте или голове, а... в кишке! Новоиспеченный коно-

* Цит. по: Pander C. H. Monographie der fossilen Fische des silurischen Systems des Russisch-Baltischen Gouvernements. — St. Petersburg: Buchdruckerei der Kaiserlichen Akademie der Wissenschaften, 1856.

донтоносец отличался гладким продолговатым телом (до 9 см длиной) и наличием лопасти, напоминающей хвостовой плавник с плавниковыми лучами. Вроде бы в окаменелости даже просматривались остатки спинной нервной трубки и хорды, и поэтому животное торжественно нарекли «конодонтохордовым». Палеонтологи Том Дутро и Маккензи Гордон из Геологической службы Соединенных Штатов даже сложили в честь этого события зонг для капустника «Подними и раздолбай»:

О, конодонт, разрешена загадка ветхозаветная!
 Сущность твоя заключалась в телё:
 Жесткая и пухлая, плоская и бесхребетная;
 Словно червь, голотурия или комок желе.
 Игра в угадайку окончена, и мы уверены:
 Ты был бесполом и шестигранным, ну, как-то так.
 На хорде висела нёбная занавеска — проверено.
 А в целом: хаос, невнятица и полный бардак.

Вскоре выяснилось, что окаменелость была вовсе не конодонтоносцем, а «конодонтоедом»: зубы располагались в кишечнике случайным образом — у кого-то считанные единицы, а у кого-то и больше 80 штук, причем каких попало. Вдобавок они были смешаны с чешуей разных рыб. Тогда же животное нарекли тифлоэзом (*Typhloesus*, от греч. τυφλός — «слепой» и οὐσία — «существо»). В шутку окаменелость именовали инопланетной золотой рыбкой. (На том посмертные приключения конодонтоносца, низверженного в «конодонтоеды», не окончились. С помощью современных методов на загадочных остатках распознали двухрядную радулу, расположенную в глотке и состоявшую примерно из 20 острых загнутых назад треугольных зубов, как у моллюска.)

В начале 1980-х самая престижная мировая сводка по палеонтологии — *Treatise on Invertebrate Paleontology* — даже удостоила конодонтоносцев своего рода высшей зоологической почести. Они получили статус самостоятельного типа, наряду

с губками, моллюсками, членистоногими, позвоночными и еще несколькими важнейшими группами животных. Это означало, что конодонтоносцы не похожи ни на кого, кроме самих себя...

Конодонты образованы кристаллами гидроксилалюмината — одного из минералов фосфата кальция. Благодаря этому их довольно просто извлекать из горной породы, растворяя вмещающий известняк в слабой уксусной кислоте, а если это кремневый сланец, то в плавиковой. Остается только просушить получившийся порошок и выбрать конодонты среди прочих нерастворимых частиц: песчинок, чешуи, других мельчайших зубов и косточек. Всего в 100 г породы может содержаться несколько тысяч конодонтов от 0,25 до 2 мм величиной. Затем эти объекты сортируются по форме: простые конические, гребневидные (в виде дуги с многочисленными острыми длинными зубчиками), листовидные (тоже дужки, но с уплощенными плотно сдвинутыми зубчиками) и платформенные (угловатые пластинки с невысоким бугорчатым гребнем посередине) (см. рис. 2.1, 2.2). Поскольку в большинстве эти дужки и пластинки асимметричные, среди них встречаются правые и левые варианты. Гораздо реже попадаются совершенно правильные дуги или трехлучевые элементы с вертикально вытянутым средним лучом.

«Правые» и «левые» конодонты всем своим видом намекали, что они являются частью какого-то пазла. Не прошло и века со дня их открытия, как выяснилось, что так оно и есть. Во-первых, ученые просто начали считать, сколько и каких элементов встречается в порошке из каждого растворенного образца, и поняли, что в случайном, казалось бы, наборе просматриваются определенные закономерности в соотношении разных форм, причем среди не только зеркальных двойников, но и всех прочих. Во-вторых, кому-то, бывало, везло: удавалось найти поверхность давно окаменевшего осадка с закономерно расположенными элементами всех форм (рис. 2.3). Их могло быть всего шесть, но чаще 15 или 19. Понятно, что наборы с нечетным числом как раз и включали правильные элементы. Располагались те тоже правильно — посередине.



Рис. 2.3. Кластер из конодонтовых элементов паракордиллода (*Paracordylodus gracilis*), длина кластера 0,78 мм; раннеордовикская эпоха (470 млн лет); Прибалхашье, Казахстан (Т. Ю. Толмачева, ВСЕГЕИ)

Нужно сказать, что научная классификация конодонтовых элементов очень непростая. Изначально их описывали по отдельным зубчикам. Эти остатки и получали «фамилию и имя», т. е. родовое и видовое названия. Когда выяснилось, что конодонты разной формы образуют единые аппараты, то этим аппаратам стали присваивать старшее родовое название (самое первое среди всех официально установленных). Однако проблема в том, что и внешне очень похожие конодонты могут входить в состав разных зубных наборов... Конодонтоносцы, конечно, далеко не единственные палеонтологические объекты, у которых отдельные части когда-то единого организма называют по-разному, а фрагменты разных организмов — одинаково. Например, в палеоботанике свои имена есть у древесных стволов, корней, листьев, плодов, шишек, спор, пыльцы и т. д. Даже если найдено все растение целиком и уста-

новлено, какой из его органов был описан раньше других, сводить все уже имеющиеся названия к старшему синониму все равно нельзя: схожие листья и древесина могут принадлежать совсем разным деревьям (скажем, папоротникам и голосеменным).

Для нас же важно не конкретное название, а то, что и по отдельности, и в совокупности конодонты более всего напоминали именно зубы. Особенно это стало понятно, когда Игорь Сергеевич Барсков с геологического факультета МГУ имени М. В. Ломоносова на одном из первых сканирующих электронных микроскопов, доставшихся советским палеонтологам, изучил микроструктуру этих зубов — внутренний кристаллический микрокосм.

Стало понятно, что каждый фосфатный зубчик имеет трехслойное строение. Сверху он покрыт плотным пластинчатым слоем — именно эти пластины (всего 0,2–1,2 мкм толщиной каждая) придают блеск конодонтам. Сами пластины состоят из удлинённых кристаллов гидроксилapatита, обычно ориентированных перпендикулярно поверхности зуба. Под пластинчатым слоем располагается более тонкий и рыхлый слой, пронизанный извилистыми вертикальными каналами. Вместе они напоминают известную пару зубных тканей — эмаль и дентин. Эти слои обволакивают так называемое белое вещество, которое устроено как кость — с округлыми полостями, или лакунами (3–10 мкм в диаметре), соединёнными тонкими канальцами в единую сеть. В полостях когда-то располагались клетки-остеоциты с многочисленными тонкими выростами. (Остеоциты образуются на месте остеобластов, формирующих костную ткань, когда те оказываются замурованными в собственных минеральных слоях. Несмотря на то что они находятся в почти замкнутом пространстве, остеоциты выполняют весьма важные функции: служат сенсорами механического напряжения в костной ткани, управляют ее обновлением и регулируют уровень растворенного кальция и фосфата в организме.)

Такой зуб закладывался в мягкой ткани — ведь он нарастал и снаружи, и изнутри (в некоторых конодонтах есть даже подходящая для этого пульпарная полость). И уже сформированный хотя бы отчасти, он прорезался наружу, наверное доставляя своему хозяину не совсем приятные ощущения. А раз так, то обладателями конодонтов были позвоночные с крепкими зубами.

Это предположение вскоре подтвердилось: настоящего конодонтоноса нашли — правда, не на речном обрыве и не на горных кручах, а на пыльной музейной полке. Полка эта висела на стене Института геологических наук Эдинбургского университета, и хранились на ней образцы, собранные в нижнекаменноугольном лагунном лагерштетте Грэнтон-Шримп (возрастом около 340 млн лет) поблизости от шотландской столицы. Слово «шримп» намекает на креветок, но в действительности там сохранились панцири более древних раков, предшественников креветок, причем со всеми ножками. Разгребая старые коллекции в поисках редких окаменелостей, местный палеонтолог Юэн Кларксон и Дерек Бриггс из Бристольского университета (в ту пору), бывший одним из зачинателей движения по переизучению лагерштеттов, и обнаружили странный отпечаток, совсем на рака непохожий.

Древняя и почти забытая окаменелость вообще не напоминала кого бы то ни было: червевидное тельце (около 4 см длиной и 0,2 см шириной), разделенное на узкие V-образные доли, с парой каких-то почти черных треугольных «ушек» (как у нетопыря) в передней части и множеством тонких параллельных стерженьков, окружавших хвостовую часть, словно плавниковые лучи. Но, главное, между «ушками» находилось скопление конодонтов, причем не абы какое, а вполне себе закономерное: несколько пар («левых» и «правых») пилообразных зубчиков и по паре листовидных дужек и платформ. Судя по положению в теле, это был настоящий зубной аппарат. А исходя из формы и количества элементов, его можно было отождествить с конкретным, хотя и гипотетическим конодонтоносом — клидаг-

натом (*Clydagnathus*; от греч. κλυδωζ — «прибой» и γναθοζ — «челюсть» — из-за формы зубов, напоминающих волну с бурунами). Рот, судя по положению зубов, открывался вперед и вниз. Ближе всего к входному отверстию торчали устрашающие гребенчатые конодонты.

Определить родовую принадлежность окаменелости помог Ричард Эдридж, специалист по конодонтам из Ноттингемского университета. Втроем ученые и опубликовали в 1983 г. сенсационную статью об облике конодонтофорида. Позднее еще несколько экземпляров (длиной от 2,1 до 5,5 см) этого удивительного существа разыскали среди жалких клочков прежних сланцевых выходов, закатанных в асфальт растущих пригородов Эдинбурга. Прах к праху, асфальт к асфальту — сланец-то был горючий.

Кто именно запечатлен на поверхности креветочного нижнекаменноугольного пласта, все еще оставалось загадкой. Дело в том, что прижизненный внешний вид клидагната можно было восстановить, если точно знать, как именно его сплющило в осадке — с боков или в спинно-брюшном направлении. В первом случае напрашивалось сравнение с ланцетником и миксиной, т. е. с хордовыми, во втором — с щетинкочелюстными, или морскими стрелками. А это совсем другой тип организмов, очень далеко отстоящий от хордовых и вообще от вторичноротых, к которым, кроме хордовых, относятся полухордовые и иглокожие. Среди современных существ к щетинкочелюстным наиболее близки, по крайней мере по данным молекулярной биологии, мельчайшие коловратки и гнатостомулиды, похожие на плоских червячков с зубами.

Морские стрелки — самые обильные (по биомассе) морские, почти исключительно планктонные хищники. Несмотря на незначительные размеры (длина в пределах 12 см, но обычно меньше), животные эти проворны, весьма прожорливы и способны овладевать весьма крупной добычей. Их уплощенное полупрозрачное тельце окаймлено хвостовым и парой боковых плавников с плавниковыми лучами, а спереди от двух неболь-

ших глазок свисает капюшон (сдвоенная кожная складка), скрывающий два симметричных пучка крючкообразных ловчих щетинок. Да, у современных щетинкочелюстных эти щетинки — полые хитиновые и всегда имеют простую, слегка саблевидную коническую форму с продольными ложбинками. Очень похожие по размеру и форме фосфатные конусы во множестве встречаются в самых древних и более поздних кембрийских слоях (538–485 млн лет). Они тоже слоистые, как конодонты (правда, внутренних зубных тканей в них нет). Из-за простой крючковой формы и сходства с последними их называли протоконодонтами (*Protoconodonta*). Причем иногда протоконодонты лежат парными пучками, словно ловчие щетинки морских стрелок. Отпечатки кембрийских животных с протоконодонтами тоже были найдены. Они оказались настоящими щетинкочелюстными, пусть в деталях и отличными от современных: не одна пара щетинистых пучков, а несколько, и размеры в среднем крупнее.

Значит, если «ушки» клидагната — это отпечаток капюшона, то его тело было при жизни сплющено, как у морской стрелки. Вот только зубчики слишком сложны для щетинок, да еще тельце вроде бы сегментированное. Впрочем, почему бы щетинкочелюстным далекого прошлого не быть сложнее нынешних? Не все совершенствуются в ходе эволюции. Попробуй разгляди, например, в морском желуде настоящего рака...

А если клидагнат все-таки хордовое, то зачем ему капюшон? Наверное, было что скрывать? Впрочем, окончательно сокрыть что-то от палеонтологов редко кому удастся. Образец с другим конодонтоносцем хотя и не отправился на дальнюю полку, все равно оставался нераспознанным до поры до времени. Дело в том, что более древний, позднеордовикский (примерно 445 млн лет), собрат клидагната из южноафриканского лагерштетта сланца Зум был описан в качестве древнейшего наземного сосудистого растения и получил имя промисс пульхр (*Promissum pulchrum*), т. е. «красивое обещание» (лат.). Авторы называли его так, потому что столь древних сосудистых растений