

Данна Стоф

Осьминоги, каракатицы, адские вампиры

500 миллионов лет
истории
ГОЛОВОНОГИХ
МОЛЛЮСКОВ



Данна Стоф

**Осьминоги, каракатицы, адские
вампиры. 500 миллионов лет
истории головоногих моллюсков**

2017, 2020

Стоф Д.

Осьминоги, каракатицы, адские вампиры. 500 миллионов лет истории головоногих моллюсков / Д. Стоф — 2017, 2020

ISBN 978-5-00-223017-4

Книга морского биолога Данны Стоф посвящена теме, которой уделяется не слишком много внимания в научно-популярной литературе, а именно эволюции и биологии уникальных морских беспозвоночных – головоногих моллюсков. Эти существа, появившиеся на заре многоклеточной жизни, породили множество разнообразных форм, завоевали господствующее положение в древних морях, пережили несколько массовых вымираний, в том числе и Великое пермское вымирание, унесшее жизни 96 % видов морских животных, и дожили до настоящего времени в виде таких умных, сложноорганизованных животных, как осьминоги, кальмары и каракатицы. Эволюционная история головоногих рассматривается в тесной связи с развитием многих других существ, в том числе их вечных врагов – рыб и, позже, морских млекопитающих. В своем повествовании автор приводит множество палеонтологических данных, рассказывает о научных загадках и зачастую противоречащих друг другу гипотезах, рассуждает о причинах вымирания амmonoидов и успешной эволюции coleoidов и nautiloidов. Читателей ждет множество удивительных историй об интеллекте и изобретательности осьминогов, чудесах цветовой маскировки каракатиц, мифах, рассказывающих о гигантских морских чудовищах, об исследователях, посвятивших свою жизнь этим удивительным существам.

ISBN 978-5-00-223017-4

© Стоф Д., 2017, 2020

Содержание

Введение	9
1. Мир головоногих	12
Плавучие протеиновые батончики	13
Родословное древо кальмаров	17
Каменные часы	23
Новый символ эволюции	26
Конец ознакомительного фрагмента.	27
Комментарии	

Данна Стоф

Осьминоги, каракатицы, адские вампиры. 500 миллионов лет истории головоногих моллюсков

Переводчик *Анна Петрова*

Научный редактор *Денис Захаров, канд. биол. наук*

Редактор *Валентина Бологова*

Издатель *П. Подкосов*

Руководитель проекта *А. Тарасова*

Ассистент редакции *М. Короченская*

Корректоры *О. Петрова, Е. Рудницкая, Л. Татнинова*

Компьютерная верстка *А. Ларионов*

Художественное оформление и макет *Ю. Буга*

В оформлении обложки использована иллюстрация из книги Эрнста Геккеля «Красота форм в природе» (Kunstformen der Natur), 1904 г.

Все права защищены. Данная электронная книга предназначена исключительно для частного использования в личных (некоммерческих) целях. Электронная книга, ее части, фрагменты и элементы, включая текст, изображения и иное, не подлежат копированию и любому другому использованию без разрешения правообладателя. В частности, запрещено такое использование, в результате которого электронная книга, ее часть, фрагмент или элемент станут доступными ограниченному или неопределенному кругу лиц, в том числе посредством сети интернет, независимо от того, будет предоставляться доступ за плату или безвозмездно.

Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммерческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

© Danna Staaf, 2017, 2020

Публикуется по договору с Algonquin Book of Chapel Hill, подразделением Workman Publishing Co., New York, от имени The Experiment, LLC., через Игоря Корженевского «Агентство Александра Корженевского».

© Издание на русском языке, перевод, оформление. ООО «Альпина нон-фикшн», 2023

* * *

Данна Стоф

Осьминоги, каракатицы, адские вампиры

500 миллионов лет
истории
ГОЛОВОНОГИХ
МОЛЛЮСКОВ



Москва, 2023

*Посвящается Антону.
Ты мой микроконх,
я твой макроконх*

Головоногие, обладающие столь необычными способностями, могли бы стать повелителями морей. На самом деле они ими и были.

Жак Ив Кусто и Филипп Диоле.

Очерки об обитателях подводного мира. осьминоги и кальмары

Введение

Почему кальмары?

Задолго до того, как в глазах млекопитающих появились первые проблески разума, нашей планетой правили странные и жуткие существа. Некоторые вырастали до исполинских размеров – это были самые крупные животные, когда-либо жившие на Земле. За 400 млн лет своего процветания они достигли большого разнообразия, заполнив все возможные экологические ниши: от кровожадных хищников до мирных травоядных. А потом их почти полностью уничтожила глобальная катастрофа. Сегодня нам составляет компанию лишь горстка их потомков.

Разумеется, речь идет о головоногих моллюсках.

То же самое можно было бы сказать и о динозаврах, за исключением одной детали – невероятно длительного пребывания этой группы животных на Земле. Эпоха динозавров была гораздо короче, чем все время существования головоногих. Тем не менее большинство людей хотя бы что-то знает о динозаврах, но при этом они никогда не слышали о головоногих моллюсках (которых еще называют цефалоподами). Даже те, кто знаком с этими причудливыми созданиями, обычно имеют представление лишь о ныне живущих – осьминогах и кальмарах, – но ничего не знают об их давно вымерших предках (я и о себе до недавнего времени могла бы сказать то же самое).

Своего первого головоногого я встретила во время семейного путешествия, когда мне было десять лет. Я стояла как замороженная в Океанариуме залива Монтерей в Калифорнии, смотрела на подернутую рябью кожу, колыхающиеся щупальца и вглядывалась в мудрые глаза гигантского осьминога. Вскоре после возвращения домой отец помог мне приобрести подержанный морской аквариум, и в школе меня стали называть «девочкой с домашним осьминогом».

Я поглощала всю информацию, какую только могла найти, об этих удивительных животных. В 1990-е гг. это означало взять в библиотеке книги о морских обитателях и внимательно прочитать пару страниц, на которых упоминались головоногие. Я обнаружила лишь одну книгу, полностью посвященную им: «Очерки об обитателях подводного мира. Осьминоги и кальмары» Жака Ива Кусто и Филиппа Диоле^[1]. Именно в ней я впервые прочитала о том, что некогда головоногие господствовали в морях и океанах.

За новой информацией сразу же последовал целый шквал вопросов. Когда именно в океане царили осьминоги и кальмары? На что похоже было их царство? И почему его больше нет? Однако Кусто не углублялся в эти вопросы, а продолжал заниматься увлекательнейшим делом: изучением ныне живущих головоногих. Так же поступила и я.

Я научилась нырять с аквалангом (и снова спасибо отцу – он пошел учиться вместе со мной, чтобы составить мне компанию) и посещала все доступные курсы по морской биологии. Спустя 11 лет я вернулась в Монтерей – уже студенткой магистратуры – и работала на Морской станции Хопкинса при Стэнфордском университете. Об этой морской лаборатории (одной из двух старейших в Соединенных Штатах) мало кто знает, кроме морских биологов, но сразу за ее забором расположен знаменитый Океанариум залива Монтерей, с которым у лаборатории налажены отличные рабочие взаимоотношения.

Я провела шесть лет на станции Хопкинса, изучая репродуктивное поведение перуанско-чилийского гигантского кальмара (кальмара Гумбольдта). Там я научилась управлять лодкой, забрасывать сети, удить рыбу – удочкой и спиннингом в Калифорнии и просто на 100-метровую леску (на поддёв) в Мексике. Я узнала, как стекляннным ножом нарезать шкуру кальмара на листы тоньше бумаги и как написать компьютерную программу, которая может проглотить

данные за десятки лет и выдать карту. Кроме того, я поняла, что мне нисколько не утомительно рассказывать о новейших научных открытиях любому, кто о них спрашивал (и многим другим, кто и не думал спрашивать), но зачастую меня тяготила сама научная деятельность. Спустя шесть лет я покинула Монтерей с докторской степенью и пониманием того, что мне больше подходит популяризация науки, а не научные исследования.

За это время вышло несколько прекрасных книг о головоногих^[2], но ни одна из них не была посвящена их золотому веку, когда они были повелителями морей. В поисках ответов на вопросы, занимавшие меня с детства, я снова была вынуждена довольствоваться парой страниц – на этот раз в книгах о доисторической жизни на Земле. Обычно это были книги о динозаврах. А в таких книгах, как правило, сначала очень коротко сообщается о том, как жизнь развивалась в океане, приобретая разнообразные любопытные формы, затем, наконец, вышла на сушу, и вот там-то все и началось по-настоящему.

Истоки такой предвзятости вполне понятны. Все любят динозавров: малыши играют с пластмассовыми трицератопсами, взрослые смотрят «Парк юрского периода» – я тоже не была исключением. Одно из моих первых воспоминаний о школе – как мы на уроке во втором классе читали книгу стихов «Страшный зверь тираннозавр», а потом получили увлекательное задание: выбрать стихотворение^[3], чтобы выучить наизусть. Я выбрала «Диплодока», и не слишком захватывающая строчка из него намертво впечаталась в мою память: «Медленно брел по земле диплодок». Любовь к динозаврам глубоко встроена в нашу культуру (особенно детскую): трудно поверить, что так было не всегда. Но на самом деле всю первую половину XX в. динозавров считали медленными, глупыми и скучными – так думали не только обычные люди, но и сами ученые, изучавшие динозавров. Затем, в конце 1960-х гг., легендарный йельский палеонтолог Джон Остром открыл дейнониха и описал его как стремительное, активное, энергичное животное – опровергая устоявшиеся взгляды^[4]. Ученик Острома Боб Бэкер, такой же стремительный, активный и энергичный, к тому же обладающий ораторским и художественным даром, стал поборником «ренессанса динозавров»^[5]. Новая точка зрения на динозавров стала популярной в 1970–1980-е гг., хотя периодически выплывали на свет старые представления о том, как они медленно и тяжело «бредут» по земле – как в том стишке про диплодока.

Именно Остром рассказал нам, что современные птицы – это выжившие динозавры, что вынудило нас употреблять более точное название для древних вымерших видов (например, трицератопсов и тираннозавров): нептичьи динозавры. А Бэкер представил нам теплокровных нептичьих динозавров, способных к сложному социальному поведению, которые послужили прототипами для фильмов о «Парке юрского периода». Динозавры – невероятно увлекательная тема, и я ни в коем случае не пытаюсь с этим спорить.

И все же...

История головоногих, записанная в летописи окаменелостей, насчитывает целых 500 млн лет – против каких-то жалких 230 млн истории динозавров. Ископаемые находки головоногих свидетельствуют о самом сокрушительном вымирании в истории Земли (да, оно было гораздо масштабнее, чем мел-палеогеновое вымирание после падения метеорита). Эти находки подарили Земле самые странные и прекрасные камни, в которых люди видели что угодно: змей, пагоды, буйволов. И благодаря замечательному свойству окаменелостей головоногих – хранить в себе всю историю жизни животного от эмбриона до взрослого – их летопись, вероятно, поможет разгадать некоторые из самых непостижимых загадок эволюции.

Кроме того, древние головоногие имеют много общих примечательных черт с динозаврами. Во-первых, огромные размеры: самые длинные ископаемые раковины головоногих достигают 6 м, что сравнимо с ростом (но не с впечатляющей длиной) крупнейших динозавров. При жизни эти головоногие, вероятно, обладали щупальцами, длина которых достигала нескольких метров. Пусть эти древние головоногие и господствовали в морях задолго до того,

как предки динозавров вообще выползли на сушу, но, как ни удивительно, и те и другие окончательно вымерли в одно и то же время.

Откуда я все это узнала? Открою вам секрет: хотя библиотечные полки и не забиты доступной информацией о древних головоногих, ее хватает в малопонятных для непосвященных статьях в научных журналах. Каждый год – едва ли не каждый месяц – палеонтологи, специализирующиеся на головоногих, публикуют сведения о новых находках и объясняющие их гипотезы на страницах *Acta Palaeontologica* и *Lethaia*. С некоторыми из этих ученых я встречалась в студенческие годы, они любезно направляли меня и к другим корифеям в этой области. В книге я буду ссылаться на интервью с многими из них. От Японии до Германии, от Фолклендских островов до Солт-Лейк-Сити ученые, вдохновляемые страстью к науке, обращают свои взоры назад в прошлое, стремясь познать древний водный мир. Трудно представить более благоприятный момент для ренессанса головоногих.

К сожалению, само название «головоногие моллюски» не слишком понятно. И оно не столь эффектно, как название «динозавр», которое переводится как «ужасная ящерица». Так что же вообще такое головоногие? Давайте в качестве закуски начнем с кальмара (надеюсь, вы простите мне сей гастрономический каламбур!), который проложит нам путь в странный и удивительный мир этих моллюсков.

1. Мир головоногих

Кальмары – настоящее чудо природы: переливающиеся, гуттаперчевые, легко парящие, использующие реактивное движение. Они стремительны: плавают вдвое быстрее олимпийских чемпионов, выстреливают щупальцами прежде, чем вы успеете моргнуть, и меняют свой внешний вид буквально со скоростью мысли. Они выглядят весьма эффектно: одни отращают на концах рук-щупалец светящиеся приманки, другие испускают чернильные автопортреты, а кожа их принимает любой оттенок от ярко-красного до радужно-синего.

Однако большинство людей знают о кальмарах очень мало. Мы воспринимаем их сквозь призму либо мифологии, либо гастрономии, видя этих удивительных созданий в основном в роли жуткого Кракена или вкусного блюда.

Если вы относитесь к первым и ваш сон тревожат жуткие монстры из романа «Двадцать тысяч лье под водой» Жюль Верна или фильма «Тварь Питера Бенчли», расслабьтесь и спите спокойно. Гигантские кальмары могут достигать 12 м в длину, но чаще ограничиваются семью, и большую часть их длинного тела составляют гибкие, эластичные щупальца. К тому же нет никаких данных о том, что кальмары – сколь угодно гигантские – нападали на корабли или убивали людей.

В то же время, если все, что вы знаете о кальмарах, – это как их вкуснее приготовить, зажаренными кольцами или сырыми с рисом, – вы не одиноки.

Плавучие протеиновые батончики

Практически любое животное при встрече с кальмаром пытается его съесть. Даже волки и медведи, случается, лакомятся выброшенными на берег моллюсками.

Эти бедняги просто рождены услаждать вкус. Кальмары размножаются в огромных количествах: у одних видов рождаются сотни отпрысков, у других – сотни тысяч. И почти всех их съедают еще до того, как они успеют по-настоящему вырасти. Едва вылупившиеся из яиц детеныши меньше вашего ногтя, поэтому первые охотящиеся на них хищники тоже крошечные: это личинки рыб и морские черви.

Впрочем, кальмары быстро растут, и за считанные дни и недели выжившие берут реванш. Отъевшиеся на своих недавних врагах, кальмары привлекают более крупных хищников: тюленей, морских котиков, птиц, акул и китов. Количество поедаемых кальмаров потрясает воображение. Однажды ученые выкачали содержимое желудков 60 морских слонов на острове Южная Георгия: 96,2 % его веса составляли кальмары^[6]. По приблизительным подсчетам, популяция морских слонов на острове за год поглощает не менее 2,3 млн т кальмаров и осьминогов^[7]. А один кашалот может съесть 700–800 кальмаров в день.

В этом отношении кальмарам не повезло. Зато они заслужили сомнительную честь называться «ключевым элементом пищевых цепей». Они рождаются такими маленькими, растут так быстро и достигают такой величины, что годятся в пищу морским хищникам любых размеров: по сути, это добыча на все случаи жизни. Таким образом, многие виды кальмаров служат своего рода биологическими конвейерами, перемещающими энергию от крошечного планктона к высшим хищникам. В том числе к людям.

Кальмары и их родственники – осьминоги и каракатицы – служили добычей с тех пор, как люди стали жить недалеко от моря. Но в последние десятилетия промышленная добыча кальмаров пережила невиданный всплеск, вызванный, возможно, осознанием того, сколько кальмаров уже съедено другими хищниками. Для сравнения: крупнейшее рыбное хозяйство в мире занимается добычей перуанского анчоуса, небольшой рыбки, в основном перерабатываемой в рыбную муку и рыбий жир. В 2014 г. люди выловили более 3 млн т анчоуса^[8]. Сравните это с 2 млн т кальмаров, съеденных морскими слонами... только на одном острове. В 1980-е гг. ученые подсчитали, что масса головоногих, поедаемых китами, тюленями и птицами, превышает общий объем вылова всех морских животных (включая рыб, головоногих и пр.) всеми рыболовными флотами мира^[9].



Рис. 1.1. Перуанско-чилийский гигантский кальмар, или кальмар Гумбольдта, может достигать 2 м в длину и откладывать миллионы яиц. Благодаря своим размерам и численности они обеспечивают крупнейший в мире промысел беспозвоночных

Фото: Carrie Vonderhaar, Ocean Futures Society

Те, кому знакомы человеческие слабости, не удивятся, узнав, что это побудило нас вылавливать из океана намного больше кальмаров.

Крупнейшие рыболовные компании в основном нацелены на вылов рыбы – тунца, трески, сельди. Но некоторые занимаются промыслом других морских обитателей, самый масштабный из них – вылов кальмара Гумбольдта у берегов Центральной и Южной Америки. Более 1 млн т гигантского кальмара было выловлено в 2014 г. – намного больше, чем любых других нерыбных морепродуктов: креветок, омаров или морских ушек. С момента появления промысла в 1965 г., когда вылавливалось всего лишь 100 т, он пережил взрывной рост. (В том же 1965 г. родились комик Крис Рок и писательница Джоан Роулинг: предоставляем читателям сравнить их успех с успехом промысла кальмара Гумбольдта.) Рвение, с которым ловят этого кальмара, отражает возросший в последние десятилетия интерес промышленного рыболовства к различным видам кальмаров в целом. Мировая потребность в белках растет вместе с населением земного шара. Ловлей кальмаров занялись, когда стало ясно, что многие традиционные рыбные ресурсы (например, вышеупомянутые тунец, треска и сельдь) добываются на пределе возможностей или даже превышая его.

Кальмары столь привлекательны для человека и других хищников потому, что лишены массивных твердых частей: у них нет ни костей, ни раковин. Безусловно, в океане полно других бескостных и безраковинных животных, например медуз, но большинство из них желеобразны и примерно на 95 % состоят из воды. Кальмары же в основном состоят из плотной мышечной ткани, что делает их намного более питательными^[10].

Если вы когда-нибудь ели блюда из кальмаров, то, скорее всего, они были приготовлены из мантии – плотной трубки, составляющей основную часть тела кальмара. У живого кальмара один, вытянутый, конец мантии закрыт и увенчан двумя гибкими плавниками, которыми можно махать, как крыльями. Другой конец открыт: через него кальмар всасывает воду, кото-

рую затем выбрасывает через сифон, создавая реактивный поток, позволяющий животному продвигаться сквозь толщу воды, а иногда и подниматься в воздух (не все кальмары умеют «летать», но те, которые способны выпрыгивать из воды, пролетают расстояние до 50 м, прежде чем шлепнуться обратно).

Мантии кальмаров содержат крупнейшие в мире нервные клетки (нейроны), которыми кальмары пользовались тысячелетиями, чтобы удирать от хищников, а ученые, исследуя их на протяжении восьми десятилетий, смогли прояснить почти все, что мы сейчас знаем о нейробиологии. В 1930-е гг. английские ученые Алан Ходжкин и Эндрю Хаксли научились вводить иглы прямо в эти огромные клетки (они в 50 раз шире, чем самые широкие нервные клетки млекопитающих) и впервые измерили электрические сигналы, при помощи которых осуществляется коммуникация между всеми нейронами^[11]. В 1963 г., вместе с австралийским ученым Джоном Экклзом (который провел дополнительные исследования), Ходжкин и Хаксли получили Нобелевскую премию. С тех пор исследователи разработали технологии, позволяющие измерять электрические сигналы в гораздо меньших по размеру клетках – например, в клетках нашего собственного мозга. Но именно кальмары указали им правильный путь.

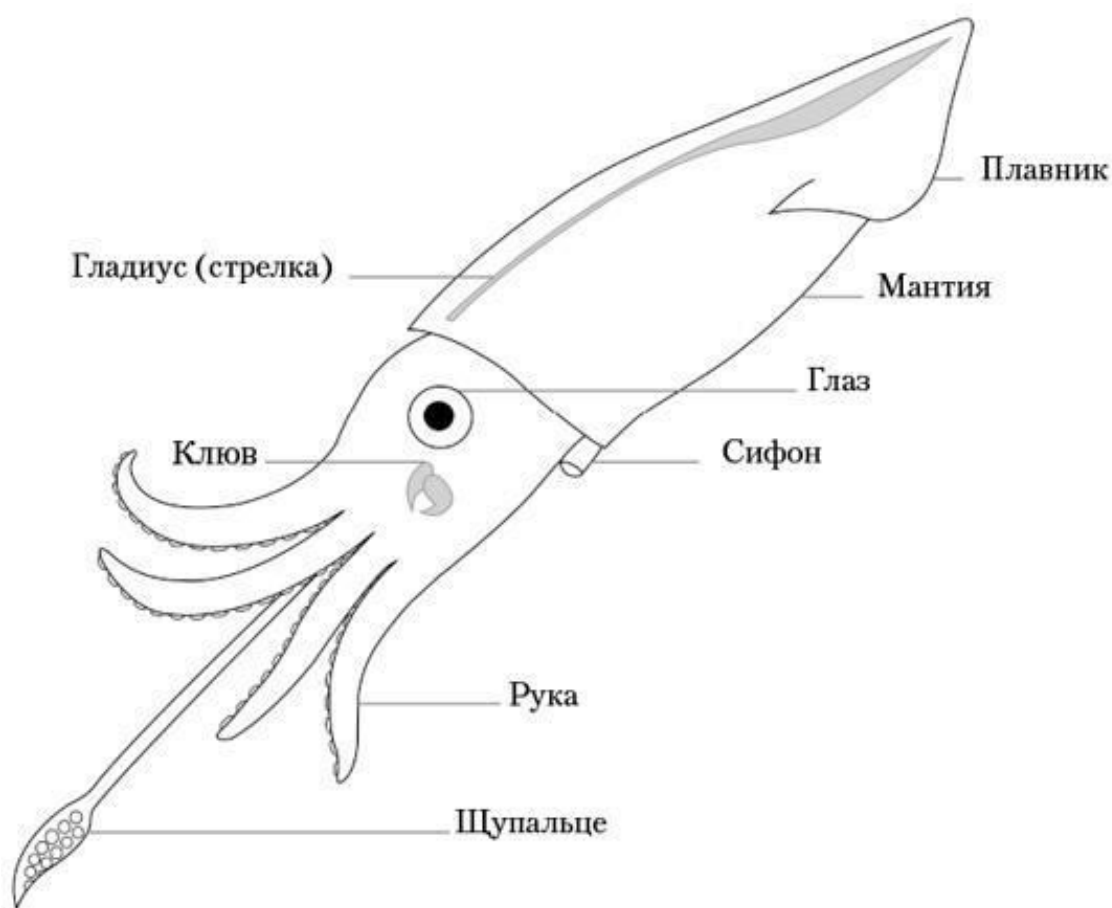


Рис. 1.2. Тело кальмара на человеческий взгляд кажется нелепым: руки крепятся к голове, плавники с противоположной стороны, не говоря о присосках и сифоне, похожем на сопло, но для кальмара такое строение вполне функционально

C. A. Clark

У кальмаров тоже есть мозг, но вместо единого массива, разделенного на два полушария, их мозг состоит из трех частей: зрительной доли за левым глазом, другой зрительной доли за правым глазом и странной формы бублика между ними. Через дырку этого бублика проходит пищевод кальмара. Это прямой путь ото рта к полости мантии, в которой расположены желудок

и другие органы, но, как вы можете догадаться, довольно опасно глотать прямо через мозг. Необходимо удостовериться, что каждый кусочек достаточно мал, чтобы не застрять, и в нем нет острых костей. Руки и щупальца, окружающие рот, играют ключевую роль в этой искусной кулинарной операции.

Кальмары и все их родственники обладают общей анатомической особенностью: конечности у них растут прямо от головы. Отсюда и название «головоногие», или по-научному *Cephalopoda* (от греческих слов, означающих «голова» и «нога»). У осьминога только восемь рук, а у кальмара восемь рук и два более длинных щупальца. Различие между руками и щупальцами легко запомнить по их названиям: как и обозначаемые ими части тела, слово «руки» короче, чем «щупальца». К тому же у нас, людей, тоже есть руки, и с руками головоногих их объединяет обнадеживающее свойство: они не меняют своей длины. Щупальца же у головоногих на удивление эластичны, а когда не используются – сокращаются и втягиваются в специальные потайные сумки.

Руки головоногих все же несколько отличаются от наших: они усеяны присосками. На упругой поверхности щупалец присосок нет: они помешали бы ткани растягиваться. Вместо них на кончике щупальца образуется расширение, так называемая булава, покрытая присосками или крючками (а иногда и тем и другим), позволяющими хватать добычу.

Представьте, что кальмар увидел рыбу. Два щупальца выстреливают за сотые доли секунды. Их плоские окончания присасываются к рыбе и подтаскивают ее к голове кальмара. Затем восемь рук с присосками обхватывают добычу, а похожий на ястребиный клюв разрывает ее позвоночник. Кальмар откусывает по маленькому кусочку, глотая с помощью шершавого языка, так называемой радулы, надеясь при этом не проткнуть свой мозг.

При поедании рыбы кальмарам довольно хорошо удается избегать острых костей, и, подобно любому другому хищнику, они с большим удовольствием едят других кальмаров, у которых уж точно костей нет. Большинство кальмаров, не задумываясь, готовы перекусить своими же собратьями. Доходит до того, что у одного из глубоководных видов каннибализм обеспечивает до 42 % рациона^[12].

Учитывая такую популярность кальмаров в меню, невольно задаешься вопросом: почему же они не приняли те же меры предосторожности, что их не менее мускулистые, но лучше бронированные родственники – двустворчатые моллюски? Почему они не защитили свою соблазнительную плоть твердой раковиной?

Как выясняется, все-таки защитили.

Родословное древо кальмаров

Близкие родственники кальмаров – осьминоги и каракатицы, более дальние – жемчужные наutilusы, еще более дальние – улитки и мидии^[13]. Все эти скользкие и мягкотелые животные объединены под общим названием «моллюски»: к ним относятся как головоногие, так и все их родственники. Слово «моллюск» происходит от латинского слова «мягкий», поневоле задумаешься – пользовались ли древние римляне одним и тем же словом для обозначения мягкого и склизкого? Тело моллюска делится на две основные части: мускулистая нога и мантия, выделяющая в процессе своей жизнедеятельности раковину. Подобно поэтам, создающим разные вариации в рамках одной стихотворной формы, моллюски приспособили один тип строения тела к разным образам жизни. Улитки скользят по поверхности на мускулистой ноге и тащат на себе закрученную раковину. Клемы¹ зарываются с помощью ноги в донный грунт и прячутся в своей двустворчатой раковине. Кальмары разделили ногу на руки и щупальца, а мантию используют для реактивного движения, избавившись от функции образования раковины.



Рис. 1.3. Раковина современного наутилуса в разрезе выглядит как логарифмическая спираль

Wikimedia commons, Chris 73

Однако жизнь самых первых головоногих без преувеличения определяла их раковина. Все они были потомками существ, похожих на улиток (хотя улитками в строгом смысле не являвшихся), которые ползали по дну океана под грузом своих тяжелых домов-раковин.

¹ Клемы – собирательное название промысловых закапывающихся двустворчатых моллюсков. – *Прим. науч. ред.*

Затем некоторые из этих неулиток проделали хитрый трюк. Пока остальные существовавшие в те времена животные продолжали зарываться в дно, ползать по нему или плавать прямо над ним, далекие предки современных кальмаров наполнили свои раковины газом и поднялись в толщу воды.

Эти существа плавали медленно, но им и не нужна была скорость. Они могли дрейфовать над изобилующим пищей дном, подобно смертоносным дирижаблям, неспешно выбирая добычу. За 250 лет до появления первого динозавра головоногие стали главными хищниками планеты – и все благодаря плавучим раковинам.

Со временем эти существа разделились на три основные ветви: наутилоиды, колеоиды и аммоноиды². Суффикс «-оид» часто встречается в зоологической номенклатуре. Звучит немного странно, но он важен, так как означает, что речь идет об определенной группе животных. Скажем, «наутилоиды» – это общее название всех видов, которые когда-либо принадлежали к данной ветви развития, в том числе сотен вымерших и нескольких ныне живущих наутилусов – единственных современных головоногих с раковинами.

Вряд ли вы видели живого наутилуса – разве что побывали в одном из немногих океанариумов, в экспозиции которых есть экземпляры этого рода. Скорее всего, вы могли видеть раковину наутилуса – возможно, даже целую, в полосочку, или отполированную до перламутрового блеска, или разрезанную пополам, чтобы было видно изумительную спираль. Раковины наутилусов так красивы, что люди, кажется, просто не в состоянии удержаться и не выловить их из воды. В течение десятилетий росла тревога о судьбе наутилусов, которые могли и не пережить нашего бурного и неограниченного стремления собирать их раковины, и в 2016 г. на международной конференции наконец-то было достигнуто соглашение о наблюдении и контроле за торговлей раковинами наутилусов. Ученые надеются, что Конвенция о международной торговле видами, находящимися под угрозой исчезновения (та самая, что защищает таких всем известных животных, как львы и слоны), защитит древних наутилоидов от преждевременного вымирания.

Родословная этих необычных существ действительно уходит корнями в глубокую древность, но ни известные нам современные наутилусы, ни группа наутилоидов в целом не существовали во времена зарождения класса головоногих. Однако здесь возникает некоторая путаница: раковины современных наутилусов внешне похожи на раковины древних головоногих, поэтому наутилусов иногда называют «живые ископаемые». Даже профессиональные палеонтологи долгое время пользовались словом «наутилоид» для обозначения любых головоногих, не относящихся явно ни к какой другой группе, и в том числе первых плавучих улиток.

Но, несмотря на сходство их раковин с древними ископаемыми, у современных наутилусов развились свои особенности. На головах моллюсков – не 8, не 10, а от 60 до 90 щупалец. Причем это число варьирует даже в пределах одного вида. Словно для того, чтобы еще больше запутать нас, щупальца наутилусов не эластичны и лишены присосок. Каждое щупальце состоит из защитной оболочки и длинной тонкой липкой части, которая может высываться и втягиваться. Кроме того, в какой-то момент эволюции наутилусов два верхних щупальца, по всей видимости, разрослись и слились, образуя над головой животного защитный капюшон^[14]. Вышеперечисленного вполне достаточно, чтобы сдаться и начать изучать улиток, у которых всего одна простая нога.

Однако не будем забывать, что отростки на теле любого головоногого – это видоизмененная нога. Если посмотреть на развитие эмбрионов кальмаров и наутилусов в яйце, эта связь хорошо видна. Подобно тому как у эмбриона человека на определенной стадии развития имеется хвост, оставшийся в наследство от наших далеких предков, у эмбриона головоногих про-

² Для группы аммоноидов часто используют название «аммониты», так как *Ammonitina* – единственный подотряд в подклассе *Ammonoidea*. – *Прим. науч. ред.*

является эволюционное наследие моллюсков: на определенной стадии появляется одна нога, которая постепенно разделяется на десять зачатков рук. Даже эмбрионы наутилусов проходят стадию с десятью руками, прежде чем эти зачатки начинают делиться дальше^[15]. Это указывает на то, что у первых головоногих, а возможно, даже у первых наутилоидов, было по десять рук; возможно, некое избирательное давление, возникшее позже в эволюции наутилоидов, постепенно привело к появлению у них многочисленных щупалец.

Палеонтологам теперь совершенно ясно, что в первые несколько миллионов лет истории головоногих не существовало никаких наутилоидов, а были только результаты разнообразных эволюционных экспериментов с труднопроизносимыми названиями – плектроноцериды, эллесмероцериды и ортоцериды (можете сразу их забыть). Термин «наутилоиды» присвоили ветви, из которой выросли современные наутилусы, – ветви, возникшей после того, как многие причудливые древние формы уже вымерли. Так что, хотя родословная наутилоидов довольно древняя, она не восходит к самым истокам.

На самом деле наутилоиды лишь ненамного (по геологическим стандартам) старше первых колеоидов и аммоноидов. Две последние группы, похоже, появились в процессе эволюции в ответ на конкуренцию и преследование со стороны палеозойских выскочек – рыб. Стайки странноватых мелких рыбоподобных созданий вертелись под водой сотню миллионов лет, не создавая особых проблем, но с появлением настоящих рыб обстановка в море кардинально изменилась. Рыбы могли достигать размеров, в несколько раз превышающих размеры крупнейших головоногих, плавать значительно быстрее и прокусывать зубами их раковины. Когда эти костлявые выскочки начали наводить свои порядки в доисторических морях, наутилоиды отошли на второй план, а для колеоидов и аммоноидов как раз настали лучшие времена.

Слово «колеоид» происходит от греческого «ножны». В ножнах скрывается меч, в телах колеоидов скрываются их раковины (если они вообще есть). В число колеоидов, или двукаберных, входят все современные головоногие, кроме наутилусов, это осьминоги, каракатицы и кальмары, а также многие вымершие виды. У мягкотелых, но сильных осьминогов от раковины остался лишь след, у кальмаров и каракатиц сохранились рудиментарные раковины. Тонкая пластинка, ее называют «гладиус», или стрелка, укрепляет тело кальмара и дает его мышцам опору. Каракатица снаружи выглядит очень похожей на кальмара, но внутри у нее расположена более сложная кальцинированная структура под названием «сепион». Вы могли видеть сепионы, подвешенные в птичьих клетках, содержащийся в них кальций служит пищевой добавкой для пернатых.

Может показаться, что отказ от защищающей тело раковины – это крайне недалеко-видный эволюционный шаг. Однако это позволило животным развить множество замечательных адаптаций, благодаря которым они так хорошо известны сегодня^[16]. Аквариумисты давно выяснили, что только размер клюва, единственной несжимаемой части тела осьминога, ограничивает его возможность протискиваться сквозь отверстия. Не одному гордому владельцу живого осьминога, пришедшему проведать своего питомца, приходилось в панике искать беглеца в фильтрах аквариума, трубах или даже на полу вокруг аквариума. Осьминоги могут какое-то время жить без воды, но в конце концов задыхаются, так что охота за беглецом иногда заканчивается вздохом облегчения, а иногда и слезами. Начитавшись предупреждений в журналах по аквариумистике, я щедро снабдила свой аквариум полиэтиленовой пленкой и скотчем, чтобы исключить любую возможность побега, и за все то время, что я держала домашних осьминогов, не произошло никаких потрясений.

Самый знаменитый побег одного из содержащихся в неволе осьминогов из океанариума в Новой Зеландии в 2016 г. закончился его триумфальным возвращением в море. Клякса (так его звали) отыскал просвет в стенах своего аквариума, прошлепал по полу к сточному отверстию и проскользнул по узкой трубе прямо в океан. Побег из тюрьмы – едва ли единственное проявление способностей осьминога к трюкам, достойным самого Гудини: в новой жизни

на воле Клякса будет просачиваться под камни, гоняясь за добычей, и срывать планы хищников на обед, исчезая в расщелинах.

И хищников, и добычу зачастую сбивает с толку кожа колеоидов – самая сложная маскировочная система в природе. Говоря о мастерах маскировки, вместо слова «хамелеон» следовало бы употреблять слово «головоногий»: ведь кальмары, осьминоги и каракатицы умеют сливаться с окружением намного лучше любых рептилий. Механизм смены окраски кожи хамелеона запускается гормонами, которые вырабатываются в мозге, затем, попав в кровь, распределяются по телу. Механизм маскировки головоногих находится под прямым контролем нервной системы. Каждое цветочное пятнышко (число которых может достигать 200 на кв. мм кожи) управляется крошечными нервами, связанными напрямую с мозгом. «Мгновенная» смена окраски у хамелеонов занимает пару минут^[17], кальмары же могут перекрашивать свою кожу до четырех раз за секунду^[18].

Наблюдая величие современных колеоидов, сложно представить их эволюционную историю иначе, чем пример абсолютного успеха. Однако неясно, насколько велико было их изобилие и разнообразие, потому что по ископаемым находкам можно увидеть только эволюционные изменения, в том числе уменьшение раковины, а у некоторых видов и полное ее исчезновение. Мягкое тело имеет гораздо меньше шансов сохраниться в виде окаменелости, чем твердая раковина. Окаменелые раковины головоногих фигурируют в письменных источниках с древнейших времен, но первый ископаемый осьминог был описан учеными только в 1883 г. То немногое, что мы можем узнать об эволюционной истории колеоидов, позволяет предположить, что долгое время они были на вторых ролях по сравнению с аммоноидами.

С момента своего появления и на протяжении многих последующих геологических периодов аммоноиды были главным достижением эволюции головоногих. Пусть они и не дожили до того, чтобы украсить своим присутствием моря наших дней, однако их раковины – одни из самых распространенных и самых красивых окаменелостей в мире. Так как они закручены спиралями, у некоторых народов их называли змеиными камнями, а название «аммоноиды» они получили в честь бога Амона, чья голова увенчана бараньими рогами^[19].



Рис. 1.4. «Наутилусообразная» реконструкция ископаемых аммоноидов с толстым капюшоном и десятками щупалец. Ок. 1916 г, автор Генрих Хардер
Фото: С. А. Clark. Tiergarten, Berlin

Поскольку сохранившиеся от них окаменелости представляют собой закрученные внешние раковины, напоминающие раковины современных наutilusов, сначала предполагали, что и мягкие части тел живых аммоноидов по строению были подобны телам наutilusов. В художественных реконструкциях этих существ обязательно фигурируют мясистый плотный капюшон над головой аммоноида и смущающее изобилие щупалец. Дальнейшие исследования родственных связей между древними организмами показали, что аммоноиды по происхождению ближе к колеоидам, и это нашло свое отражение во всех последних художественных реконструкциях.

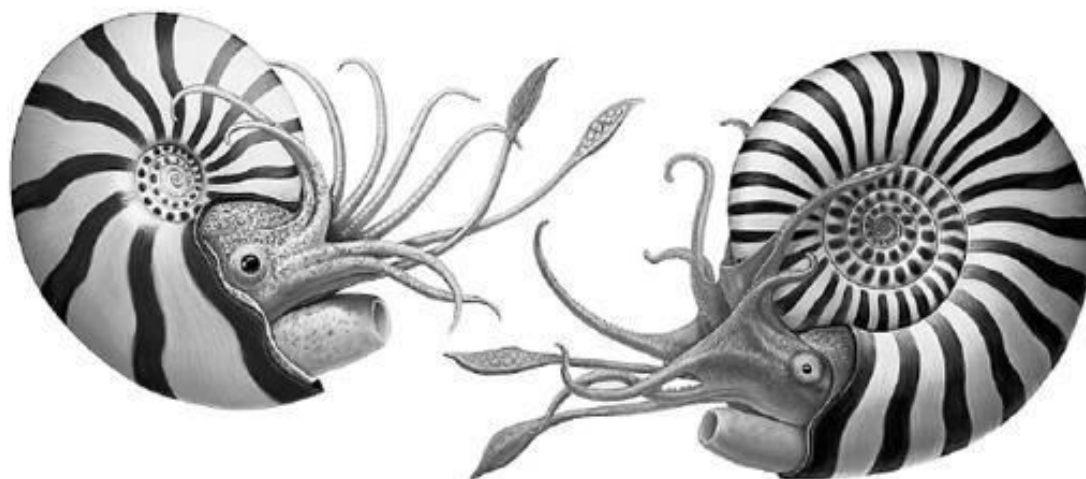


Рис. 1.5. «Кальмарообразная» реконструкция, опубликованная в 2015 г., на которой у каждого аммоноида 8 рук, 2 щупальца и большая мускулистая воронка

Andrey Atuchin, in A. A. Mironenko, "The soft-tissue attachment scars in Late Jurassic ammonites from Central Russia," *Acta Palaeontologica Polonica* 60, no. 4 (2015): 981–1000

Диаметр спирали взрослых аммоноидов составлял от нескольких сантиметров до 2 м. В такую крупную раковину мог бы залезть и человек – если, конечно, внутри не находился сам аммоноид. У некоторых витки спирали были расположены довольно свободно, и между ними легко просачивалась вода; у других спирали были закручены так плотно, что кольца срастались между собой. Одни спирали были тонкими, другие толстыми, некоторые – совсем простыми, другие довольно причудливыми.

Аммоноидов было так много и эволюционировали они так быстро, что палеонтологи используют их для определения возраста горных пород. Каждый вид аммоноидов обычно можно привязать к определенному отрезку геологического времени. Например, где бы вы ни обнаружили изящную спираль *Dactylioceras athleticum*, можно с уверенностью утверждать, что возраст окружающей ее горной породы составляет от 175,6 до 182 млн лет.

Возможно, это кажется вам не слишком полезным? Если так, давайте вернемся немного назад и попробуем разобраться в такой «несложной» теме, как история Земли.

Каменные часы

Окаменелости обычно образуются из самих тел живых существ, но могут возникать и из их отпечатков на грунте или из экскрементов. Мир настолько переполнен телами и отходами их жизнедеятельности, что, казалось бы, мы должны спотыкаться об окаменелости на каждом шагу, но на самом деле это огромная редкость.

Вспомните последний труп, который вы видели. Скрюченный паук на подоконнике, скорее всего, высохнет и распадется в пыль. Сбитый машиной зверек, валяющийся на обочине дороги, станет пищей хищников, а оставшиеся от их трапезы кости будут поломаны, иссушены, развеяны ветром.

Эти примеры описывают то, что случается после смерти с большинством животных, по крайней мере с теми, которых не полностью съедят и переварят. Животные, которых постигнет такая судьба, не оставят после себя окаменелостей.

Крайне редко ископаемые животные сохраняются в неизменном виде, исключение составляют люди, у которых существуют определенные обычаи погребения умерших. Для образования хороших окаменелостей нужны особые обстоятельства. Извержение вулкана, смоляная (битумная) топь, сход селей. Даже янтарь, окаменевший сок деревьев, в котором сохранилась знаменитая (на самом деле выдуманная) ДНК динозавров в фильме «Парк юрского периода», однажды стал хранилищем раковины аммонита – вероятно, потому, что смола с дерева накапала на берег^[20]. К сожалению, мягкие части тела аммонита уже были съедены или сгнили, так что находка в янтаре не привела к новым анатомическим открытиям.

Но даже те редкие окаменелости, которые образуются, остаются невидимыми, пока не окажутся на поверхности. Обычно это происходит в результате многолетней эрозии в сочетании с оползнями или землетрясениями, ускоряющими ход событий. Обнаруживаются окаменелости также и в результате раскопок и разрушения горных пород взрывами, и хотя мы, люди, преуспели в рытье котлованов и взрывных работах, но в общем геологическом контексте это лишь незначительные зарубки на поверхности Земли. Большая часть всех окаменелостей мира залегает глубоко под нашими ногами или под океанским дном и никогда не увидит свет.



Рис. 1.6. Коллекция ископаемых аммоноидов рода *Dactylioceras* (ранний юрский период)
Istvan Takacs

Поскольку большинство живых организмов не оставляют окаменелостей и большинство окаменелостей так и остаются не найденными, геологи и палеонтологи проявляют объяснимый интерес к тем организмам, которые, как аммоноиды, в изобилии встречаются в виде окаменелостей. Если их много и они достаточно разнообразны, по ним можно отсчитывать время.

Люди давно знают, что горные породы Земли залегают слоями. Представление о том, что верхние слои – самые недавние, а нижние – самые старые, возникло по меньшей мере в XVI в. Но поскольку ни в те времена, ни в последующие четыре столетия никто не мог хоть сколь-нибудь достоверно оценить возраст Земли, разделение ее истории на основе слоев горных пород проводилось совсем не так, как деление дня по часам и минутам. Слои классифицировались, скорее, по своему составу: меловые, угольные или известняковые, а называли их в честь мест, где ученые впервые их описали: пермский – в Перми (Россия), девонский – в Девоне (Англия). Оба эти периода были определены и получили свое название в 1840-е гг. Вначале слои пород из разных мест казались совершенно не похожими друг на друга. Ископаемые послужили для стандартизации геологической летописи и позволили расширить употребление этих названий на весь мир.

Ученые заметили, что одни и те же окаменелости или их сочетания, в том числе многие аммоноиды, часто появлялись в разных местах. По ним, как по отпечаткам пальцев, можно было определять тот или иной отрезок геологического времени. К середине XIX в., благодаря упорному труду нескольких самоотверженных геологов и множеству давно исчезнувших головоногих, Земля обрела геологическую шкалу времени. Сотню лет спустя, благодаря уже радиометрическому датированию, мы наконец смогли нанести на нее точные даты.

Чтобы разобраться в том, что такое радиометрическое датирование, сначала вспомним, что геологические породы состоят из химических элементов: углерода, кислорода, кальция и так далее. Ряд элементов (например, уран) встречаются в более легкой и более тяжелой форме. Некоторые из последних неустойчивы и выплевывают небольшие кусочки самих себя, пока не достигнут более стабильной, легкой формы. Для каждой формы мы можем вычислить скорость плевания. Потом мы (под «мы» я имею в виду «другие представители моего биологического вида, которые умеют это делать намного лучше меня») берем кусок камня, измеряем относительные количества устойчивых и неустойчивых форм элементов и по ним высчитываем, как давно неустойчивые формы плюются, чтобы стать устойчивыми. Основываясь на этих расчетах, мы можем определить, когда сформировалась данная горная порода и сколько ей лет.

Для геолога слово «эон» (англ. «вечность») имеет значение несколько более конкретное, чем просто «очень-очень долго». Эоны – крупнейшие единицы, на которые делятся примерно 4 млрд лет земной истории. Эоны подразделяются на эры, а эры – на периоды. Из всех единиц геологического времени люди чаще всего слышат именно о периодах; среди них, например, юрский и меловой (а также упомянутые ранее пермский и девонский).

Для целей этой книги нам потребуется только один эон: тот, в котором мы с вами живем сейчас, эон «явной жизни», или по-гречески фанерозой, продолжительностью всего полмиллиарда лет. В него входят три эры: эра «старой жизни» (палеозой), «средней жизни» (мезозой) и «новой жизни» (кайнозой), каждая из которых делится на периоды. Ученые, одержимые страстью к точности, разделили периоды на эпохи и ярусы (века), но нам здесь они не понадобятся – разве только для того, чтобы увидеть, что в значительной степени этой точностью мы обязаны аммоноидам.

Аммоноиды выступают в роли идеальных меток геологического времени. Их необычайно стремительная эволюция выражалась в том, что новый вид возникал практически каждую гео-

логическую «минуту». Изобилие ископаемых аммоноидов означает, что вы можете обнаружить один и тот же «отпечаток пальца» во многих породах в самых разных местах планеты. Существует лишь один прискорбный момент: мы так долго рассматривали аммоноиды исключительно в качестве каменных часов, что перестали видеть в них все остальное.

«Аммониты воспринимались скорее как окаменелости, чем ископаемые организмы: ученые рассуждали о том, как один вид порождал другой и как они распределялись по планете. Но что делали аммониты, когда были живы, – ответ на этот вопрос оставался предельно туманным», – пишет Нил Монкс^[21], автор книги об аммоноидах (несмотря на название «Аммониты»^[22]). Это происходит потому, что когда люди обсуждают аммоноиды, то, даже если эти люди – профессиональные палеонтологи, они чаще используют более знакомое и часто употребляемое слово «аммониты», хотя, как отмечает Монкс в предисловии к своей книге, «строго говоря, название "аммонит" используется для единственного подотряда *Ammonitina* в подклассе *Ammonoidea*»^[23]. Надеюсь, меня простят за употребление более редкого и официального названия «аммоноиды», которое порождает красивую параллель с наутилоидами и колеоидами.

Хотя Монкс и работал какое-то время в области палеонтологии, начал он с увлечения аквариумистикой, и первой его университетской специальностью была зоология. Он привык думать о животных в своих аквариумах как о существах, которые живут, дышат, испражняются, и, когда он поступил на палеонтологический факультет, его слегка ошарашило, что в научных кругах к аммоноидам относятся главным образом как к весьма полезным камням.

Увлечшись вопросами биологии аммоноидов, Монкс нашел единомышленника, Филипа Палмера, куратора отдела ископаемых моллюсков в лондонском Музее естественной истории. В какой-то момент они решили изложить на бумаге свои многочасовые беседы, и в 2002 г. вышла в свет книга «Аммониты», в которой Монкс и Палмер заявили: эти камни когда-то были живыми. Вот где эти животные могли жить, как могли двигаться, вот что они могли есть.

Впрочем, Монкс прекрасно понимал ограниченность такого рода предположений. В статье 2016 г. под названием «Аммонитовые войны» (*Ammonite Wars*) он рассуждал, почему так трудно было разобраться в биологии окаменелых аммонитов: «Кости позвоночных тесно связаны с прилегающими к ним мускулами. Если посмотреть на скелет динозавра или мамонта, можно многое понять о строении животного, о том, как оно выглядело при жизни. А вот раковины аммонитов в этом отношении немые. По ним мало что можно выяснить о размере и форме мягких частей тела живого аммонита – на раковине видны лишь несколько неясных следов прикрепления мышц»^[24].

Однако недостаток информации о мягких частях тела ископаемых аммонитов с лихвой компенсируется изобилием данных об их рождении, росте и зрелости. В том, что касается развития организма в течение жизни, раковины аммоноидов могут многое рассказать. И в этом случае развитие оказывается одним из ключевых факторов – едва ли не единственным – для понимания их эволюции.

Новый символ эволюции

Мы многое знаем об эволюции. Мы знаем, что все живое на планете взаимосвязано и что родственные связи можно проследить по ДНК. Мы знаем, что естественный отбор приводит к тому, что каждый вид приспосабливается к своей экологической нише, а в результате массовых вымираний периодически опустошается множество ниш, давая выжившим видам новые возможности для адаптации. Мы знаем, что и эволюция, и вымирание могут происходить очень быстро – мы видели, как насекомые и бактерии развивают способность сопротивляться нашим попыткам их уничтожить, и видели, как это не удалось птицам додо и стеллеровым коровам.

Но нам предстоит еще многое изучить.

Одна из важнейших задач в исследовании эволюции – разобраться в том, что служит источниками новшеств. Откуда берутся новые формы, новые паттерны, новые привычки – в масштабах, необходимых для того, чтобы создать ошеломляющее разнообразие жизни вокруг нас. Естественный отбор, о котором мы узнали благодаря блестящему озарению Дарвина, можно сравнить с работой скульптора. Так откуда же этот скульптор берет глину?

На данный вопрос с некоторых пор отвечает новая область науки, известная сегодня как эво-дево: похоже на название инди-рок-группы, но на самом деле это просто сокращение от evolution and development («эволюция» и «развитие»). Корнями она глубоко уходит в генетику^[25].

Оказывается, что наша ДНК – не линейное пошаговое руководство по сборке. Она больше напоминает электрическую схему – сеть взаимодействующих соединений. Каждый организм в начале своей жизни представляет собой практически одно и то же: единственную клетку, готовую делиться и расти. И множество генов внутри такой клетки более или менее похоже у всего царства животных. Регуляторные механизмы более высокого уровня в каждой клетке определяют, какие шаги построения организма будут пропущены, какие выполнены, а также когда, в каком порядке и сколько раз они будут выполнены. Незначительные изменения в этих регуляторных механизмах могут приводить к возникновению радикальных новшеств: другое количество конечностей, другая форма тела, другой тип чешуи пресмыкающихся, по сути превратившейся в перья.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.

Комментарии

1.

Jacques-Yves Cousteau and Philippe Diolè, *Octopus and Squid: The Soft Intelligence* (Doubleday, 1973). // Кусто Ж.-И., Диоле Ф. Очерки об обитателях подводного мира. осьминоги и кальмары. – М.: Знание, 1980.

2.

Вот некоторые из замечательных книг о головоногих, вышедших в 2010-е гг., от которых я в детстве была бы в диком восторге, и, если честно, уже повзрослев, я тоже приходила в восторг при виде этих изданий:

3.

Jack Prelutsky and Arnold Lobel, *Tyrannosaurus Was a Beast* (Scholastic, 1988).

4.

John H. Ostrom, "Osteology of *Deinonychus antirrhopus*, an Unusual Theropod from the Lower Cretaceous of Montana," *Bulletin of the Peabody Museum of Natural History* 30 (1969). 1–165.

5.

Robert T. Bakker, "Dinosaur Renaissance," *Scientific American* 232, no. 4 (1975): 58–78.

6.

P. G. Rodhouse, T. R. Arnbom, M. A. Fedack, et al., "Cephalopod Prey of the Southern Elephant Seal, *Mirounga leonina* L.," *Canadian Journal of Zoology* 70 (1992): 1007–1015.

7.

I. L. Boyd, T. A. Arnbom, and M. A. Fedak, "Biomass and Energy Consumption of the South Georgia Population of Southern Elephant Seals," in *Elephant Seals: Population Ecology, Behaviour and Physiology*, ed. B. J. LeBoef and R. M. Laws (University of California Press, 1994), 98–117.

8.

Food and Agriculture Organization of the United Nations, *FAO Yearbook: Fishery and Aquaculture Statistics* (FAO, 2014).

9.

Peter Boyle and Paul Rodhouse, *Cephalopods: Ecology and Fisheries* (Blackwell Science, 2005).

10.

Не все кальмары состоят почти из одних крепких мускулов. Студенистые стеклянные кальмары в основном состоят из воды, а вкус их еще больше портит щедрая доза аммиака. Несмотря на это, поесть стеклянных кальмаров готовы многие морские хищники, но не человек.

11.

A. L. Hodgkin and A. F. Huxley, "Action Potentials Recorded from Inside a Nerve Fibre," *Nature* 144, no. 3651 (1939): 710–711.

12.

Henk-Jan T. Hoving and B. H. Robison, "Deep-Sea in Situ Observations of Gonatid Squid and Their Prey Reveal High Occurrence of Cannibalism," *Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers* 116 (2016): 94–98

13.

Поскольку я пользуюсь словом «осьминоги» (octopuses), придется обратиться и к извечному вопросу: как правильно образовать в английском языке множественное число этого существительного – octopuses или octopi? Или, боже упаси, octopodes? Как вам больше нравится. Серьезно. Что бы вам ни говорили, но octopus – не греческое и не латинское слово. Аристотель называл это животное polypous за его «много ног». Древние римляне позаимствовали это слово и латинизировали его написание, получилось polypus. Намного позднее ученые эпохи Возрождения придумали и ввели в обращение слово octopus, которое состоит из греческих корней слов «восемь» и «нога», но в латинском написании.

14.

Lawrence Edmonds Griffin, *The Anatomy of Nautilus pompilius*, vol. 5 (Johns Hopkins Press, 1903).

15.

Shuichi Shigeno, Sasaki Takenori, and S. von Boletzky, "The Origins of Cephalopod Body Plans: A Geometrical and Developmental Basis for the Evolution of Vertebrate-Like Organ Systems," *Cephalopods: Present and Past* 1 (2010): 23–34.

16.

Roger T. Hanlon and John B. Messenger, *Cephalopod Behaviour* (Cambridge University Press, 1998).

17.

Helen Nilsson Sköld, Sara Aspengren, and Margareta Wallin, "Rapid Color Change in Fish and Amphibians: Function, Regulation, and Emerging Applications," *Pigment Cell & Melanoma Research* 26, no. 1 (2013): 29–38.

18.

Hannah Rosen, William Gilly, Lauren Bell, et al., "Chromogenic Behaviors of the Humboldt Squid (*Dosidicus gigas*) Studied in Situ with an Animal-Borne Video Package," *Journal of Experimental Biology* 218, no. 2 (2015): 265–275.

19.

Рога Амону достались не от обычного барана, а произошли от слияния его культа с религиозными представлениями завоеванных Египтом территорий. Изначально имя Амун – «сокрытый», «незримый» – было дано египетскому богу, еще когда он считался покровителем темной, незримой части небес. Когда египтяне завоевали царство Куш (Нубию), верховное божество кушитов с головой барана было отождествлено с Амуном. Позже этого бога, наряду с разнообразной египетской интеллектуальной собственностью, присвоили греки, которые стали называть его Амоном.

20.

Tingting Yu, Richard Kelly, Lin Mu, Andrew Ross, Jim Kennedy, Pierre Broly, Fangyuan Xia, Haichun Zhang, Bo Wang, and David Dilcher. "An ammonite trapped in Burmese amber." *Proceedings of the National Academy of Sciences* 116, no. 23 (2019): 11345–11350.

21.

Нил Монкс, электронное письмо автору, 4 мая 2016 г.

22.

Neale Monks and Philip Palmer, *Ammonites* (Smithsonian Institution Press, 2002).

23.

Там же, 6.

24.

Neale Monks, "Ammonite Wars," *Deposits Magazine*, 2 февраля 2016, <https://depositsmag.com/2016/02/25/ammonite-wars/> (дата обращения: 28.01.2017).

25.

Neil Shubin, *Your Inner Fish* (Pantheon, 2008). Это выдающееся введение в эво-дево, освещающее эволюционные хитросплетения, из которых возникла наша анатомия. И что самое замечательное, после прочтения этой книги я наконец поняла, почему мы икаем. Шубин Н. Внутренняя рыба. История человеческого тела с древнейших времен до наших дней. – М.: Corpus, 2021. – Прим. ред.