

УМБЕРТО Р. МАТУРАНА ФРАНЦИСКО Х. ВАРЕЛА



ДРЕВО ПОЗНАНИЯ



Введение

Книга, которую Вы держите сейчас в руках — не просто еще одно введение в биологию познания В ней достаточно полно изложен своего рода конспект альтернативного взгляда на биологические корни познания. Мы считаем своим долгом с самого начала предупредить читателей, что излагаемый нами взгляд не совпадает с тем, с которым они, скорее всего, знакомы. Действительно, мы предлагаем рассматривать познание не как представление мира «в готовом виде», а скорее как непрерывное сотворение мира через процесс самой жизни.

Для достижения этой цели мы будем следовать строгому путеводителю по понятиям, в котором каждое следующее понятие основывается на предыдущих до тех пор пока вся конструкция в целом не превращается в неразрывную сеть. Это означает, что мы не хотели бы поощрять читателей к небрежному перелистыванию нашей книги или к чтению ее по диагонали. В качестве компенсации мы сделали все, что было в наших силах, чтобы снабдить книгу множеством иллюстраций и концептуальной картой наиболее важных идей — мы выделили их в тексте рамочками, чтобы читатели могли легко их найти по ходу изложения.

Наша книга появилась на свет в результате стечения совершенно особых обстоятельств. В 1980 г. Организация Американских Государств (ОАГ) занималась активными поисками путей к пониманию многочисленных трудностей, возникающих на пути социальной коммуникации и передачи знания. Прослышав об этих поисках, Рольф Бенхке, работавший тогда в ODELPLAN (Министерство планирования правительства Чили) тотчас же подумал, что было бы полезно ознакомить ОАГ с нашим подходом к подобным проблемам, предложив согласованную формулировку основ коммуникации как биологического бытия человека. ОАГ приняла идею Бенхке, и контракт был подписан. Реализация проекта началась в сентябре 1980 г. с серии лекций, прочитанных попеременно обоими авторами для аудитории состоявшей главным образом из работников социальной сферы и администраторов. Лекции были записаны, основательно переработаны в 1981–1983 гг. и опубликованы в виде книги, изданной частным образом в 1985 г. для внутр-рэнного распространения в ОАГ. За исключением небольших исправлений и дополнений, тот первоначальный текст и составляет содержание настоящей книги. Пользуясь случаем, мы выражаем ОАГ нашу глубокую признательность за интерес к нашей работе, финансовую поддержку и предоставленную нам свободу в осуществлении независимого издания книги. Мы особенно благодарны г-ну Бенхке, вложившему в проект все силы и душу. Наконец, нашу самую искреннюю признательность заслуживают Франсиско Оливарес и его сотрудники за превосходно выполненные многочисленные иллюстрации, над которыми они трудились не один месяц. Без деятельной помощи и участия всех и каждого из этих лиц и учреждений создание книги было бы невозможно.

Несколько слов уместно сказать и об истории изложенных здесь идей. Они родились в 1960 г., когда Умберто Матурана начал отходить от обычной биологической традиции и попытался понять живые системы в терминах реализующих их процессов, а не отношений с окружающей средой. Исследования продолжались следующее десятилетие и были впервые ясно изложены в статье «Нейрофизиология познания»^[1], опубликованной в 1969 г., в которой были изложены некоторые ключевые представления об организации живых систем. Франсиско Варела начинал свою научную деятельность как студент Матураны в середине 60-х гг., и к 1970 г. мы оба, работая как коллеги в университете Чили продолжили переформулировку биологической феноменологии в небольшой книге под названием «Аутопоэз: организация живого», написанной в 1970–1971 гг. и впервые опубликованной в 1973 г.^[2] Обе эти «основополагающие» статьи теперь

доступны в книге «Аутопоэз и сознание»^[3]. Политические события, развернувшиеся в 1973 г в Чили вынудили нас продолжить исследования вдали от родных мест, где мы стали работать порознь, каждый на свой манер, обобщая новые теоретические и экспериментальные данные^[4]. Гораздо позже, в 1980 г., обстоятельства позволили возобновить наше сотрудничество в Сантьяго. Предлагаемая читателю книга содержит идеи, развитые нами за эти годы как независимо друг от друга, так и совместно. Мы постарались представить в ней свежий, доступно изложенный синтез взглядов на жизнь и разум, к которым мы пришли и которые теперь разделяем, начиная с первых интуитивных прозрений Матуоаны, которые он стал разрабатывать более 25 лет назад.

Этот текст прежде всего надлежит рассматривать как приглашение читателям отойти от своих обычных «твердых убеждений» и тем самым приобщиться к иному биологическому пониманию того, что значит быть человеком.

1. Познание познания

Великое искушение

На рис. 1 мы видим замечательную картину «Увенчание терновым венцом» именитого мастера из Херто-генбосе известного как Босх. Сцена «увенчания» выглядит нетрадиционно: почти плоскостное построение картины, огромные головы. Перед нами нечто большее, чем один из эпизодов Страстей Господних, — картина Босха наводит на мысль об универсальном противопоставлении зла царствию небесному. Христос в центре картины — воплощение крайнего смирения и кротости. Но его палачи не изображены, как на многочисленных картинах того времени, в том числе и на других картинах самого Босха, в виде четырех потусторонних фигур, непосредственно нападающих на Христа, дергающих Его за волосы или пронзающих Его плоть. Мучителям придан облик четырех человеческих типов, исчерпывавших в средневековом сознании общее представление о человечестве. Каждый из четырех как бы являет собой великое искушение, контрастирующее с выражением от: рытости и долготерпения на лице Христа. Все четверо олицетворяют четыре различных вида отчужденности и утраты внутреннего покоя.

В этих четырех искушениях таится немало пищи для оазмышлений. Но для нас, находящихся в самом начале долгого пути — нашей книги, особое значение имеет персонаж, изображенный в правом нижнем углу Ухватив Христа за одежды, он тянет Спасителя вниз. Он держит Христа, ограничивает Его свободу, приковывая к себе Его внимание. Этот персонаж как бы говорит Христу: «Послушай пеня, я знаю, о чем говорю». Он искушает *уверенностью*.

Мы стремимся жить в мире уверенности, несомненности, твердокаменных представлений: мы убеждены, что вещи таковы, какими мы их видим, и не существует



Рис. 1. Иероним Босх, Увенчание терновым венцом. Национальный музей Прадо, Мадрид альтернативы тому, что мы считаем истинным. Такова ситуация, с которой мы сталкиваемся изо дня в день, таково наше культурное состояние, присущий всем нам способ быть человеком.

Всю нашу книгу надлежит рассматривать как своего рода приглашение воздержаться от привычки впадать в искушение уверенностью. Это необходимо по двум причинам. С одной стороны, если читатель хотя бы на время не откажется от присущей ему уверенности, мы не сможем сообщить ему ничего такого, что могло бы обогатить его опыт эффективного понимания феномена познания. С другой стороны, в нашей книге мы намеревались показать, путем тщательного анализа феномена познания и проистекающих из него наших действий, что весь когнитивный опыт включает познающего на личностном уровне, коренится в его биологической структуре. Поэтому опыт обретения уверенности есть явление индивидуальное. Этот опыт слеп к когнитивным актам других индивидуумов, а потому уединен, обособлен и, как мы увидим

далее, может быть преодолен только в мире, который творится нами вместе с другими людьми.

Сюрпризы для глаза

Ничто из того, о чем мы намереваемся поведать читателю, не будет им понято должным образом, если он не будет ощущать себя лично и влеченным, обретающим тот непосредственный опыт, который выходит за рамки простого описания.

Поэтому вместо того, чтобы рассуждать, почему кажущаяся незыблемость эмпирического мира при более близком рассмотрении внезапно оказывается поколебленной, мы продемонстрируем это на двух примерах. Оба они взяты из сферы нашего повседневного наглядного опыта.

Пример первый. Закройте левый глаз и сосредоточьте взгляд на кресте, изображенном на рис. 2. Держите страницу на расстоянии около сорока сантиметров от себя. Вы заметите, что черное пятно на рисунке справа, размеры которого не столь уж малы, внезапно исчезнет. Поэкспериментируйте, немного поворачивая страницу или открывая другой глаз. Интересно также скопировать рисунок на другой лист бумаги и постепенно увеличивать черное пятно до размера,

Страницу в такое положение, при котором точка В окажется там, где прежде находилась точка А, и повторите наблюдения. Что произойдет с отрезком, проходящим через черное пятно?

Вообще говоря, тот же эффект можно наблюдать и без рисунка: замените черное пятно своим большим пальцем. Большой палец будет выглядеть так, будто его отрезали. (Попробуйте — и вы убедитесь в этом сами!) Кстати этот феномен вошел в историю при следующих обстоятельствах. Известный французский физик Мариотт (соавтор закона Бойля-Мариотта), придворный ученый Людовика XIV, с помощью этого «опыта» демонстрировал королю, как будут выглядеть после казни подданные его величества, которым тот собирался отсечь голову.

Общепринятое объяснение этого явления заключается в том, что изображение черного кружка (или большого пальца, или какого-нибудь предмета) попадает на тот участок сетчатой оболочки глаза, откуда выходит зрительный нерв (этот участок не чувствителен к свету). Это так называемое слепое пятно на сетчатке. Но если это так, то поражает другое: как мы умудряемся не блуждать в пространстве, имея в поле зрения «дыру» столь внушительных размеров? Наше визуальное восприятие говорит нам о том, что пространство непрерывно. Не прибегая к каким-нибудь хитроумным манипуляциям, мы не в состоянии воспринять разрывность, с которой все время имеем дело. Самое поразительное в эксперименте со слепым пятном то, что *мы не видим, что мы не видим*.

Второй пример. Возьмем два источника света, белый и красный, и расположим их так, как показано на рис. 4. (Для этого можно сделать трубу из плотной бумаги диаметром в размер лампы и использовать в качестве светофильтра красный целлофан.) Введите какой-нибудь предмет, например свою руку, в луч света. Обратите внимание на отбрасываемые ею тени. Одна из теней имеет голубовато-зеленый цвет! Читатель может поэкспериментировать с прозрачными листами различного цвета, используя их в качестве светофильтров, и с различной интенсивностью источника света.

Этот пример столь же поразителен, как и эксперимент со слепым пятном. Каким образом у нас получается голубовато-зеленый цвет, когда мы ожидаем просто белый, красный или смесь белого с красным (розовый) цвета? Обычно мы думаем о цвете как о качестве предметов и отражаемого ими света. Например, если я вижу зеленый цвет, то это происходит потому, что зеленый цвет, т. е. свет определенной длины волны, попадает в мой глаз. Однако если мы воспользуемся каким-нибудь прибором для измерения состава света в нашем примере, то

обнаружим, что в тени, которую мы видим голубовато-зеленой, не доминируют ни зеленый, ни голубой цвета — распределение цветов такое же, как у белого цвета. Между тем невозможно отрицать, что мы воспринимаем именно голубовато-зеленую тень.

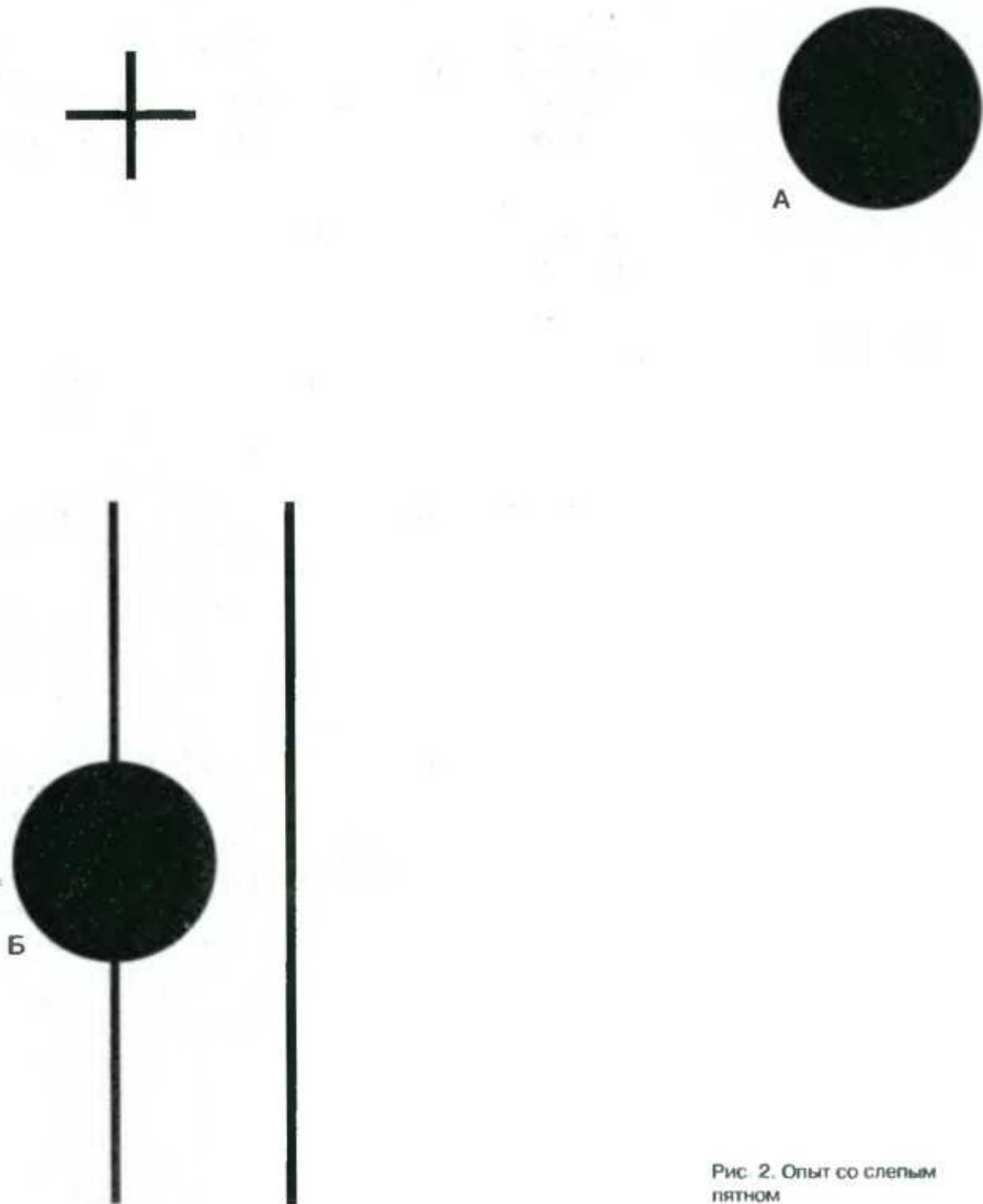


Рис. 2. Опыт со слепым пятном

Это красивое явление, известное под названием цветных теней, было открыто в 1672 г. Отто фон Герике. Он заметил, что тень от пальца, освещенного одновременно свечей и лучами восходящего солнца, кажется голубой. Столкнувшись с этим и аналогичными явлениями, люди обычно говорят: «Прекрасно, но какой же это цвет в действительности?», как будто ответ, даваемый прибором, измеряющим длины волн, окончательный и содержит истину в последней

инстанции. В действительности наш простой опыт отнюдь не вскрыл и не прояснил конкретную изолированную ситуацию, которую можно было бы назвать (как это часто делают) краевой или иллюзорной. Наше восприятие мира цветных объектов не зависит буквально от спектрального состава света, приходящего от всего, на что мы смотрим. Если я вынес из комнаты во двор апельсин, то кажется, будто апельсин сохраняет свой цвет. Однако в стенах дома апельсин освещался флуоресцентным светом, в котором доля так называемых голубых длин волн (они же — короткие волны) достаточно велика, в то время как в солнечном свете велика доля так называемых красных (или длинных) волн. У нас нет способа установить соответствие между почти неизблемым постоянством цвета видимых нами предметов и исходящим от них светом. Объяснить, каким образом мы видим цвета, непросто, и мы не будем останавливаться здесь на этом сколько-нибудь подробно. Однако важно (и это нуждается в объяснении), чтобы мы перестали думать, будто цвет наблюдаемых нами предметов определяется особенностями света, приходящего к нам от этих предметов. Скорее нам нужно сосредоточиться на понимании, что цветовое восприятие соответствует специфическому паттерну возбуждений в нервной системе, определяемому

Рис 3- Два кольца на этой странице напечатаны одной и той же краской. Между тем нижнее кольцо из-за того, что оно окружено зеленым фоном, кажется розовым. Мораль: цвет не является свойством предмета, он неотделим от того, как мы наблюдаем предмет

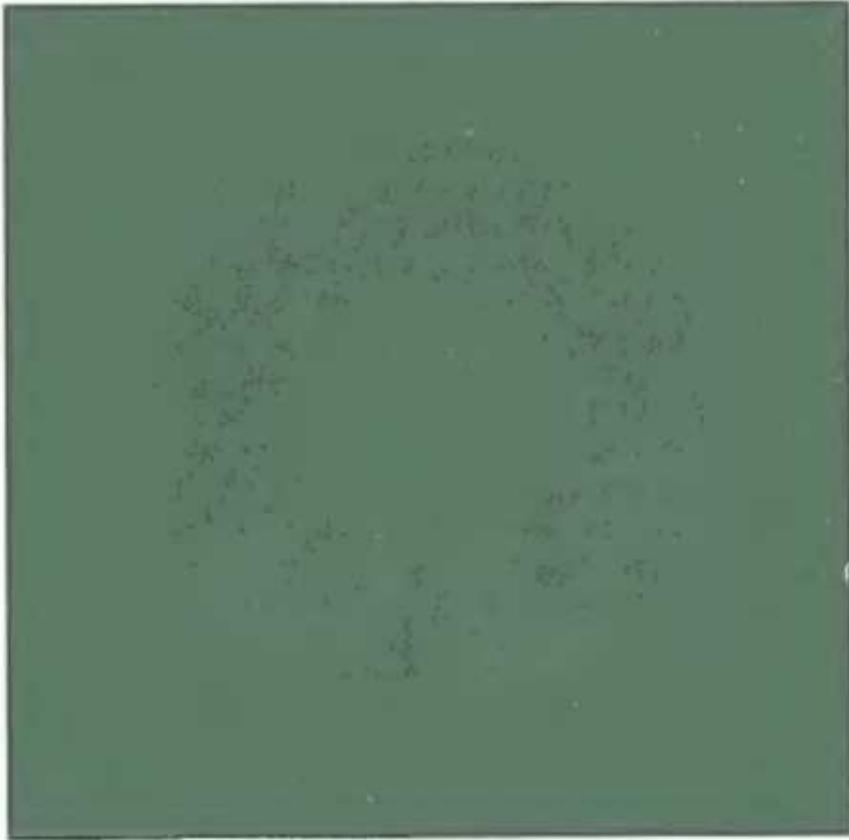




Рис 4. Цветные тени структурой цвета. Действительно, хотя мы не станем проделывать это **сейчас**, в принципе можно показать, что определенные состояния нейронной активности, например, возникающие, когда мы видим зеленый цвет, могут вызываться и целым рядом световых эффектов (вроде тех, которые заставляют нас видеть цветные тени). Следовательно, мы можем устанавливать корреляцию между нашими названиями цветов и состояниями нейронной активности, но не длинами волн. Какие именно состояния нейронной активности возникают

при различных световых возмущениях, определяется индивидуальной структурой каждого человека, но не специфическими особенностями возмущающего агента.

Сказанное выше справедливо и для всех измеряемых характеристик, почерпнутых из визуального опыта (движения, текстуры, формы и т. д.), равно как и для любой перцептуальной модальности. Мы могли бы привести и другие аналогичные примеры, убедительно показывающие, что то, что мы принимаем как некое простое восприятие чего-то (например, пространства или цвета), в действительности несет на себе неизгладимую печать нашей собственной структуры. Мы пока ограничимся приведенными наблюдениями — читатели наверняка их проверили. Поэтому мы полагаем, что убежденность в собственном опыте была у нашего читателя до известной степени поколеблена.

Описанные опыты (и многое другое, относящееся к той же сфере) содержат в себе суть того, о чем мы намереваемся здесь поведать. Иначе говоря, приведенные примеры показывают, что наш опыт теснейшим образом связан с нашей биологической структурой. Мы не видим «пространство» мира, мы проживаем поле нашего зрения. Мы не видим «цветов» реального мира, мы проживаем наше собственное хроматическое пространство. Не подлежит сомнению, как мы будем неоднократно отмечать на страницах этой книги, что мы черпаем свой опыт из окружающего мира. Но когда мы пытаемся более детально разобраться в том, каким образом мы познаем этот мир, мы неизменно обнаруживаем, что не можем отделить историю наших действий — биологическую и социальную — от того, каким этот мир нам кажется. Ведь мы так тесно с ним соприкасаемся, и все в нем представляется столь очевидным...

В зоопарке Бронкса в Нью-Йорке имеется специальный павильон для приматов. Там представлены шимпанзе, гориллы и многие другие обезьяны Старого и Нового Света. Однако нам стоит обратить внимание на клетку, расположенную на задворках павильона. Клетка сварена из толстых брусьев, и на ней красуется надпись «Самый опасный примат в мире». Заглянув сквозь решетку, мы с удивлением обнаруживаем свое собственное отражение; сопроводительная надпись на клетке поясняет, что человек уничтожил на Земле больше видов животных, чем любой другой представитель фауны. Итак, из наблюдателей мы превратились в объект наблюдения. Что же мы видим?

Момент рефлексии перед зеркалом — всегда особый момент: именно тогда мы осознаем ту часть самих себя, которую не можем видеть другим способом, — подобно тому, как мы обнаруживаем существование слепого пятна, которое помогает нам понять, как устроено наше зрение; подобно тому, как мы подавляем проистекающую из наличия слепого пятна слепоту, как бы заполняя пустое пространство. Рефлексия — это процесс познания того, как мы познаем. Это акт обращения к самим себе. Это единственный шанс, который предоставляется нам, чтобы обнаружить нашу слепоту и осознать, что уверенность и знание других столь же подавляющи и иллюзорны, как и наша уверенность и наше знание.

Именно этот особый акт познания того, как мы познаем, традиционно ускользает от внимания нашей западной культуры. Мы настроены на действие, а не на размышление, поэтому наша жизнь, как правило, слепа по отношению к самой себе. Как будто некое табу говорит нам: «Знать о знании запрещается». В действительности не знать, что представляет собой наш мир опыта, ближайший к нам мир, — вопиюще постыдно. В мире есть много такого, чего следует стыдиться, но подобное невежество хуже всего.

Возможно, одна из причин, по которой мы избегаем прослеживания и выяснения корней нашего знания, заключается в том, что это занятие порождает у нас чувство легкого головокружения, поскольку мы попадаем в порочный круг, пытаясь использовать инструменты анализа для анализа инструментов анализа. Это все равно, что стараться разглядеть свой собственный глаз. Ниже воспроизведен рисунок голландского художника М.К. Эшера, на

котором это ощущение показано очень наглядно: руки рисуют друг друга таким образом, что начало процесса остается неясным. рис 5 м к Эшер ным. Какая рука «настоящая»? рисующие руки»



Точно так же, хотя мы видели, что процессы, включенные в нашу деятельность, в наши замыслы в наши действия как представителей человеческого рода, составляют наше знание, мы намереваемся исследовать, как мы познаем, глядя на все эти вещи посредством этих же процессов. У нас нет альтернативы, ибо то, что мы делаем, неотделимо от нашего представления о мире со всеми его составляющими: его торговыми центрами, его детьми, его атомными войнами. То, что мы намереваемся предпринять (а читатель должен сделать это своей личной задачей), заключается в осознании последствий этого нерасторжимого совпадения нашего бытия, нашей активности и нашего познания. Мы оставляем в стороне нашу повседневную жизнь, чтобы рассмотреть опыт как нечто $\eta\theta\upsilon\pi\tau$ -ложное, якобы отражающее абсолютный мир.

В основе всего, о чем мы намереваемся рассказать в нашей книге, лежит постоянное осознание: к феномену познания нельзя подходить так, будто во вне. нем мире существуют некоторые «факты» или объекты которые мы постигаем и храним в голове. Полученные из опыта данные о мире особым образом утверждаются структурой человека, в результате чего мы получаем представление о «вещи» и возможность описать ее.

Этот замкнутый круг, эта взаимосвязь между действием и опытом, эта нераздельность конкретного способа существования и того, каким этот мир предстает перед нами, свидетельствуют, что *каждый акт познания рождает некий мир*. Эта особенность познания неизменно будет нашей проблемой, нашей отправной точкой и нашей путеводной нитью на протяжении последующих страниц. Все сказанное можно резюмировать в афоризме: «*Всякое действие есть познание, всякое познание есть действие*».

Говоря о действии и опыте, мы имеем в виду не только относящееся к окружающему миру на чисто «физическом» уровне. Сказанное относится ко всем аспектам нашей повседневной жизни. В частности, это применимо к тому, что мы — читатель и писатель — делаем именно здесь и сейчас. Нем же мы занимаемся? Ведя воображаемый диалог, мы имеем дело с языком. Любая рефлексия, включая рефлексии основ человеческого знания, неизбежно осуществляется в пределах языка, и это является нашей отличительной особенностью как людей и как существ, действующих по-человечески. По этой причине язык также является нашей отправной точкой, нашим когнитивным инструментом, пунктом, к которому мы будем постоянно возвращаться. В порочный круг действия и опыта попадает и то, что мы сейчас делаем. Стоит нам забыть об этом — и последствия, как читатель увидит в дальнейшем, будут очень тяжелыми. Чтобы закончить эту мысль, мы сформулируем второй афоризм, который будем далее иметь в виду постоянно: *«Все, что сказано, сказано кем-то»*. Всякое размышление порождает мир. В качестве такового размышление есть человеческое действие, совершаемое конкретным лицом в конкретном месте.

Эти два афоризма должны быть для нас своего рода путеводными огнями, постоянно напоминающими нам о том, откуда мы пришли и куда идем

Ключевые афоризмы

«Всякая деятельность есть познание, всякое познание есть деятельность».

«Все сказанное сказано кем-то».

Такое рождение знания обычно принято считать камнем преткновения, ошибкой или издержкой объяснения, подлежащей устранению. Именно поэтому, например цветную тень называют «оптической иллюзией», заявляя, что «в действительности» она не окрашена. Мы утверждаем нечто прямо противоположное: отмеченная выше особенность получения знания служит ключом к его пониманию, а не вызывающей досаду помехой. Механизм рождения нашего представления о мире — насущнейший вопрос познания. Сколь бы обширным ни был наш опыт, рождение мира связано с самыми глубокими корнями нашего когнитивного бытия. А поскольку эти корни исходят из самой сути биологической природы человека (в чем мы скоро убедимся), рождение мира проявляется во *всех* наших действиях и во всем нашем бытии. Оно заведомо и зачастую наиболее очевидным образом сказывается на всех аспектах нашей социальной жизни, а также на формировании человеческих ценностей и предпочтений. При этом не существует разрыва между тем, что социально, и тем, что является достоянием отдельной человеческой личности, и их биологическими корнями. Феномен познания носит целостный характер, и если рассматривать его во всей широте, то он всюду имеет одну и ту же основу.

Объяснение

Итак, наша цель ясна: мы хотим исследовать феномен познания, анализируя универсальную природу «действия» в познании — пресловутого рождения мира в акте познания — как основную проблему и как отправной пункт, чтобы добраться до истоков. Возникает вопрос, где найти критерий, который позволил бы нам судить об успехе (или неудаче) нашей попытки. Объяснение — это всегда некое предложение, переформулирующее или заново описывающее конкретный феномен с помощью системы понятий, доступных группе людей, принимающих используемую схему доказательств. Например, те, кто верит в магию, ищут объяснение в ней, тогда как другие доверяют науке. Специфическое различие между магическим и научным объяснением кроется в способе получения научного объяснения, в том, что служит научным критерием доказательства. Так, мы можем выделить четыре условия, существенных для

выдвижения научно о объяснения. Они не обязательно располагаются в строгой последовательности и даже могут в какой-то мере перекрываться. Вот эти условия. а. Описание феномена (или феноменов), который мы хотим объяснить, способом, приемлемым для большинства наблюдателей. б. Предложение концептуальной системы, способной породить подлежащий объяснению феномен способом, приемлемым для большинства наблюдателей (объясняющая гипотеза). с. Получение на основании (Б) других феноменов, не рассматриваемых явно предложенной гипотезой, но также описывающих условия возникновения феномена способом, приемлемым для большинства наблюдателей. d. Наблюдение таких новых феноменов, полученных из (Б).

Объяснение считается научным лишь тогда, когда все эти условия соблюдены. В свою очередь, научным считается лишь такое утверждение, которое основывается на научном объяснении.

Такой четырехкомпонентный цикл не чужд нашему повседневному мышлению. Мы часто прибегаем к нему, объясняя различные явления — от поломки автомашины до президентских выборов. Ученые отличаются только тем, что стремятся быть последовательными и точно формулируют свои утверждения на каждом этапе. Они документально фиксируют свои наблюдения, чтобы создать традицию, выходящую за рамки одной личности или одного поколения.

Мы находимся в совершенно такой же ситуации. Мы, читатели и писатели, стали наблюдателями, которые занимаются описанием. Как наблюдатели, мы сосредоточили внимание на познании как на феномене, подлежащем объяснению. Сказанное выше заставляет обратиться к нашему исходному описанию феномена познания. Так как всякое познание рождает мир, нашей

Познание

Познание — эффективное действие те оно эффективно действует в области существования живых существ

Объясняющее познание

I Явление, которое требуется объяснить Эффективная деятельность живого существа в окружающей его среде

II Объясняющая гипотеза автономная организация живых существ, филогенетический и онтогенетический дрейф с сохранением адаптации (структурное сопряжение)

III Появление других феноменов поведенческая координация взаимодействий между живыми существами и ракурсивная поведенческая координация поведенческой координации

IV Дальнейшие наблюдения социальные явления, поле лингвистики, язык и самосознание

исходной посылкой с необходимостью становится операциональная эффективность живых существ в области их существования. Наша исходная позиция заключается в том, чтобы найти объяснение, которое может быть научно подтверждено, характеризуя при этом познание как *эффективное действие*, которое позволяет живому существу продолжать свое существование в определенной окружающей среде, той, которая рождает мир этого существа. Ни больше, ни меньше.

Когда же мы сможем утверждать, что получили удовлетворительное объяснение феномена познания? Полагаем, что читатель догадывается об ответе: когда создадим концептуальную систему, которая сможет *породить* когнитивное явление как результат действия живого существа и когда покажем, что этот процесс может быть причиной возникновения живых существ, подобных нам, способных породить описания и размышлять над ними, что является реализацией их эффективной деятельности как живых существ в области их существования.

Опираясь на это поясняющее утверждение, мы должны понять, каким образом порождаются все привычные аспекты нашего познания.

Такова одиссея, которую мы развернем перед читателями на страницах этой книги. На протяжении всех последующих глав мы будем развивать наше поясняющее утверждение и анализировать его связи с такими дополнительными феноменами, как язык и коммуникация. В конце путешествия читатель сможет еще раз перечитать эти страницы и оценить, насколько плодотворным для него оказалось приглашение взглянуть с таких позиций на феномен познания.

2 Организация живых существ

Нашей отравной точкой было осознание того, что всякое познание есть действие со стороны познающего, т. е. всякое познание зависит от структуры познающего. От этой исходной точки мы и начнем концептуальное путешествие по страницам нашей книги и попытаемся понять, каким образом познание родилось из «деятельности»? Каковы корни и механизмы именно такого процесса познания?

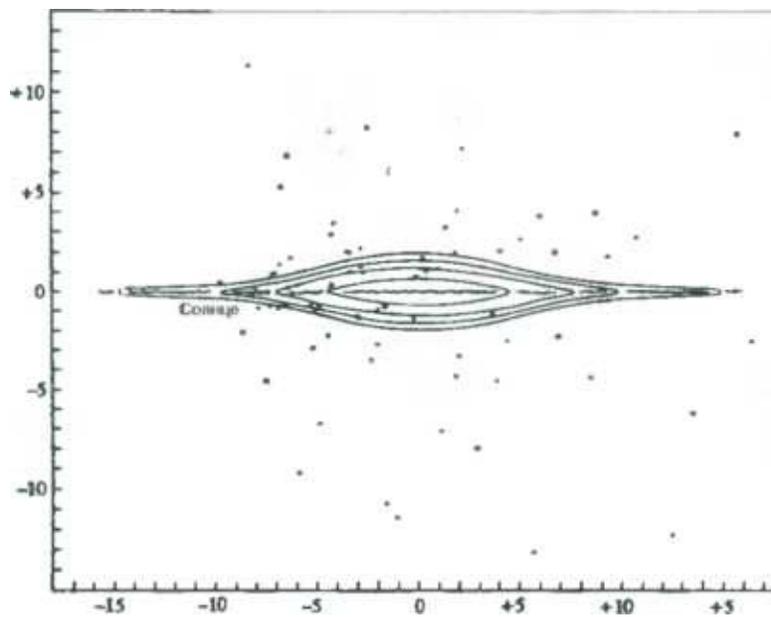
В свете этих вопросов на первом этапе нашего путешествия мы пришли к следующему заключению: познание есть действие познающего; оно коренится в самом образе жизни познающего как *живого существа*, в его *организации*. Мы считаем, что биологические корни познания невозможно понять на основании изучения одной лишь нервной системы; мы убеждены, что необходимо выяснить, как они зарождаются в живом существе как едином целом

Вот почему в этой главе мы намереваемся обсудить некоторые вопросы организации живых организмов. Наше обсуждение вовсе не призвано украсить или обогатить биологию, равным образом его нельзя считать кратким курсом биологии для тех, кому не довелось изучать ее сколько-нибудь подробно. Биологические сведения послужат здесь ключом к пониманию феномена познания во всех его аспектах.

Краткая история Земли

Чтобы сделать первые шаги к пониманию того, как устроены живые организмы, прежде всего выясним, не может ли путеводной нитью к постижению сути живого послужить его *материальность*. Попробуем обратиться к тем ключевым этапам трансформации материи, которые сделали возможным *появление* живых организмов.

На рис. 6 показана так называемая галактика NGC 1566 в созвездии Золотая Рыба, широко известная под названием Южной Галактики. Это очень яркая спиральная галактика. Она не только красива, но и представляет для нас особый интерес, так как поразительно напоминает по форме нашу собственную Галактику — Млечный Путь, если рассматривать его с большого расстояния. Отвлечемся от этого обстоятельства и сосредоточим наше внимание на диаграмме, изображенной на рис. 7. На ней показаны межзвездные расстояния рис 7. Расстояния а Млечном Пути и местоположение нашего Солнца и размеры звезд, по сравнению с которыми наши собственные размеры кажутся просто крошечными. В качестве единицы длины выбраны килопарсеки, каждый килопарсек составляет 3260 световых лет. В системе Млечного Пути наша солнечная система находится на краю — на расстоянии около 8 килопарсеков от центра.



Наше Солнце — лишь одна из огромного числа звезд, образующих разнообразные структуры, получившие название галактик. Как родились эти звезды? Астрофизики предложили следующую реконструкцию их истории.

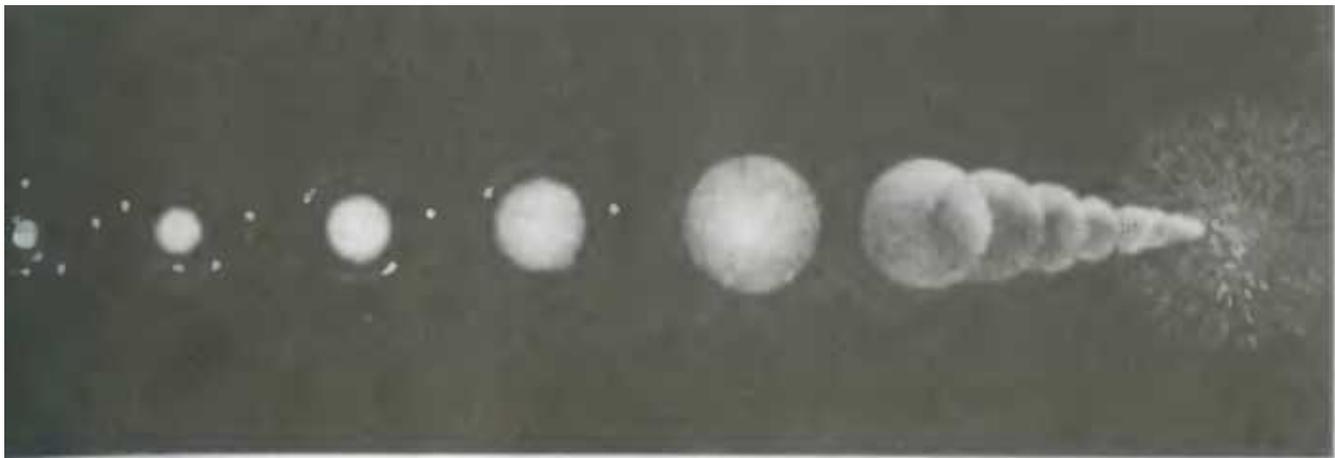
Межзвездное пространство содержит огромное количество водорода. Турбулентность в газовых облаках приводит к образованию газовых сгустков высокой плотности — они изображены в левой части рис. 8. На этой стадии начинает происходить нечто весьма интересное: наступает равновесие между тенденцией к уплотнению под действием гравитации и тенденцией к излучению под действием протекающих в недрах образующейся звезды термоядерных реакций. Видимое извне излучение позволяет нам наблюдать звезды, несмотря на то, что они отделены от нас огромными расстояниями. Пока оба процесса находятся в равновесии, звезда принадлежит так называемой главной последовательности (рис. 8), т. е. существует как самостоятельная звезда. В этот период развития звезды сконденсировавшийся водород постепенно.



Рис 8 Схематическое изображение последовательных превращений звезды при ее образовании примерно за 8 миллиардов лет расходуется в термоядерных реакциях. Когда весь сконденсированный водород израсходуется, главная последовательность завершается рядом весьма драматических трансформаций. Сначала звезда превращается в красного гиганта, затем — в пульсирующую звезду, и наконец — в сверхновую, взрываясь в чудовищном космическом «апчхи!», при котором образуются тяжелые элементы. Вещество, оставшееся в центре звезды, коллапсирует в звезду меньших размеров, отличающуюся необычайно высокой плотностью. Такую звезду называют белым карликом.

Наше Солнце находится на полпути в главной последовательности. По оценкам, оно будет светить в течение еще по крайней мере 3 миллиардов лет, прежде чем израсходует свой запас водорода. В ходе описанных выше превращений звезды вокруг нее неоднократно образуется вращающееся кольцо, состоящее из вещества, которое звезда притягивает из межзвездного пространства. Это кольцо начинает зависеть от тех превращений которые претерпевает звезда. Земля и другие планеты солнечной системы образовались именно таким образом; по-видимому, они возникли из остатков сверхновой, поскольку содержат много атомов тяжелых элементов.

По мнению геофизиков, возраст Земли достигает по крайней мере 5 миллиардов лет, а ее история — это цепь непрерывных превращений. Если бы мы посетили Землю 4 миллиарда лет назад и прогулялись по ее поверхности, то обнаружили бы атмосферу, состоящую из метана, аммиака, водорода, гелия, т. е. весьма далекую от той, которую Земля имеет в наше время



Атмосфера была бы заведомо иной еще и потому, что, помимо прочего, она постоянно подвергалась интенсивному воздействию ультрафиолетовых лучей, гамма-излучения и электрических разрядов, бомбардировке метеоритами, сотрясалась от вулканических извержений. Все эти энергетические воздействия приводили к появлению на первобытной Земле и в ее атмосфере огромного разнообразия молекулярных форм. Если на заре истории звезды существовала фундаментальная молекулярная гомогенность, то после образования планет в результате постоянно происходивших химических процессов возникло множество разнообразных сортов молекул, как в атмосфере, так и на поверхности Земли.

Однако во всей сложной и непрерывной истории молекулярных трансформаций для нас особый интерес представляет момент накопления и увеличения разнообразия молекул, образованных углеродными цепями, или органических молекул. Так как атомы углерода обладают способностью, самостоятельно или в комбинации с атомами других элементов, образовывать неограниченное число цепей любой длины и состава, разветвленные, линейные или скрученные, возможное морфологическое и химическое разнообразие органических молекул в принципе бесконечно. И именно это морфологическое и химическое разнообразие органических молекул делает возможным существование живых существ, допуская бесконечное разнообразие реакций между молекулами в процессах, порождающих жизнь. К этому мы еще вернемся в дальнейшем. А пока что ограничимся утверждением, что на первобытной Земле любой мог бы наблюдать абиогенное (т. е. без участия живых организмов) производство органических молекул в атмосфере и в морях, где, как в гигантских котлах, непрерывно бурлили молекулярные реакции. На рис. 9 предпринята попытка наглядно представить возникавшее разнообразие: молекула воды включает лишь малое число химических связей по сравнению с органическими молекулами.

Возникновение живых существ

Когда трансформация молекул в морях первобытной Земли достигла этой стадии, стало возможным образование молекулярно-реакционных систем. Иначе говоря, потенциальная диверсификация и пластичность семейства органических молекул сделали возможным формирование сетей молекулярных реакций, которые воспроизводят молекулы тех же типов, которые в них участвуют, и в то же время устанавливают границы того пространства, в котором молекулы формируются. Такими молекулярными сетями и взаимодействиями, которые воспроизводят себя и устанавливают свои же собственные пределы, являются, как мы увидим в дальнейшем, живые организмы.

На рис. 10 представлены фотографии (полученные с помощью электронного микроскопа) молекулярной группировки описанного типа, возникшей более 3,4 миллиарда лет назад. Найдено всего лишь несколько таких образований но они все же существуют. Другие похожие образцы были обнаружены в более молодых геологических отложениях — их возраст не превышает 2 миллиардов лет. Ученые полагают, что эти молекулярные образования можно считать древнейшими ископаемыми остатками первых живых существ; на самом деле такие «ископаемые» можно найти и среди ныне живущих организмов — это бактерии и водоросли.

Само по себе утверждение: «Это ископаемые остатки живого существа» — весьма интересно. Его стоит проанализировать более подробно. Что позволяет исследователю сделать подобное заявление? Проследим шаг за шагом всю последовательность событий. Сперва мы смотрим в микроскоп и обнаруживаем некие шаровидные частицы. Затем мы замечаем, что объекты, наблюдаемые под микроскопом, по своей морфологии похожи на живых существ, которые встречаются сейчас. А поскольку имеются убедительные доводы в пользу того, что эти шаровидные образования характерны для живых существ и что время формирования осадочных пород, в которых они обнаружены, соответствует той стадии истории Земли, когда на ее поверхности и в атмосфере происходили молекулярные процессы, свойственные, как мы теперь знаем, живым существам, вполне естественно сделать вывод, что эти объекты действительно представляют собой ископаемые остатки живых существ.

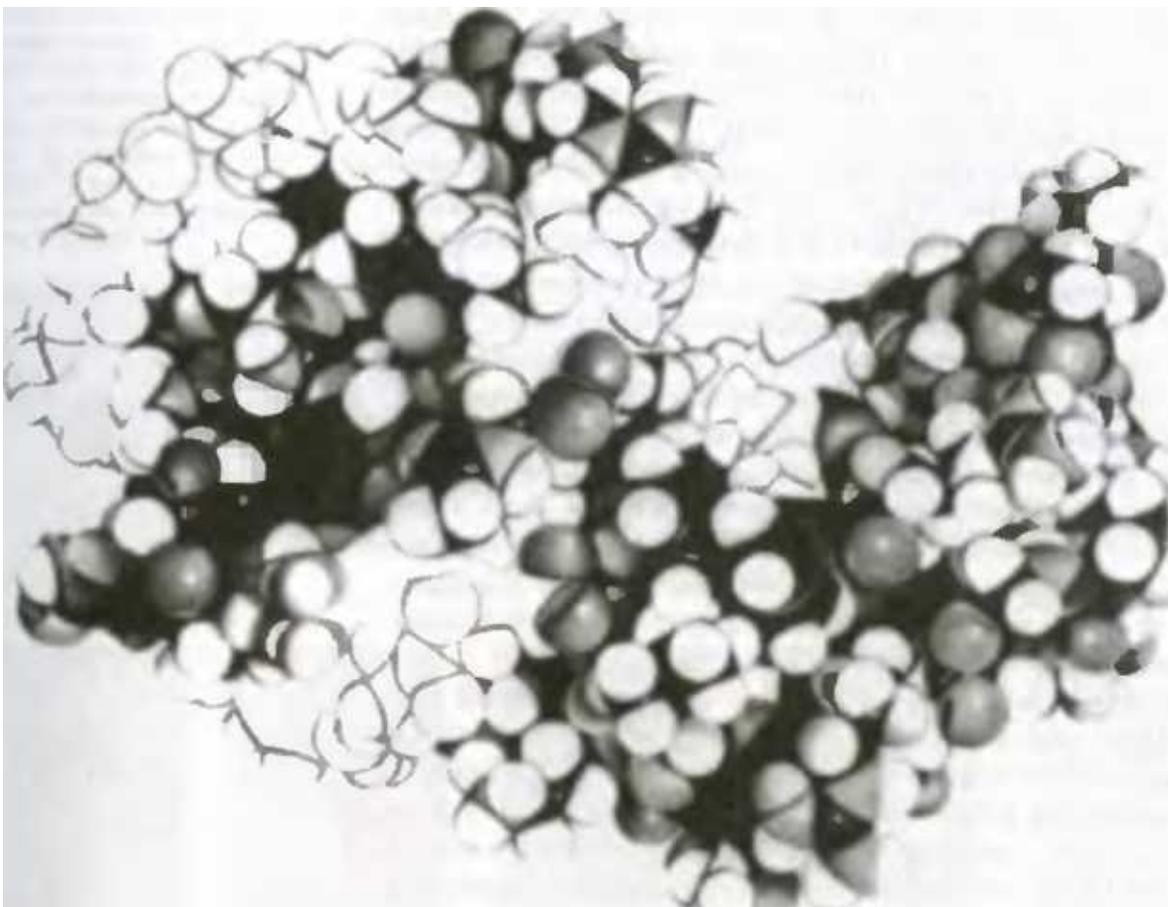


Рис. 9 Схематическое изображение (с соблюдением масштаба) молекул воды (вверху), аминокислоты лизина (в центре) и белка — фермента рибонуклеазы (внизу) Сравните размеры

Различия

Акт указания любого существа, объекта, предмета или сущности включает в себя совершение *акта различения*, который выделяет то, что указывается, из общего фона. Каждый раз, указывая на что-нибудь явно или неявно, мы задаем некоторый *критерий различения*, который указывает, о чем идет речь, и задает его свойства как существа, единства или объекта.

Такая ситуация весьма обычна и не носит уникального характера- мы с необходимостью постоянно оказываемся в ней.

Единства

Единство (единиц, объектов) обнаруживается в результате акта различения. Наоборот, всякий раз, когда мы говорим об общности, мы подразумеваем операцию различения, которая определяет общность и делает ее возможной.

Фактически исследователь выдвигает определенное условие, согласно которому существовавшие некогда живые организмы должны были быть похожими (в данном случае — морфологически) на ныне живущих. Отсюда следует, что мы должны обладать, по крайней мере неявно, неким критерием, позволяющим отличать живое от неживого.

И здесь мы сталкиваемся с весьма сложной проблемой: каким образом мы узнаем, что какое-то существо живое? Каковы наши критерии? На протяжении длительной истории биологии таких критериев было предложено немало, но у каждого были какие-нибудь недостатки. Например, в качестве критерия предлагали использовать химический состав, способность к передвижению или размножению, или даже комби нацию этих свойств, т е тот или иной перечень характеристик. Но откуда мы знаем, что этот перечень полон? Например, если мы построили из железа и пластика машину, способную к самовоспроизведению: то следует ли

считать ее живым существом?

Мы хотим предложить ответ на этот вопрос, радикальным образом отказавшись от традиционного перечисления свойств. Это позволит значительно упростить проблему. Чтобы понять истинный смысл такого подхода, необходимо ясно отдавать себе отчет, что сама постановка вопроса о том, как распознать живое существо, свидетельствует, что мы, хотя бы неявно, располагаем некоторыми соображениями относительно того, какова должна быть его *организация*. Именно эти соображения и определяют, примем мы или отвергнем предложенный нам ответ. Чтобы это неявное представление не завлекло нас в ловушку и не ослепило, необходимо помнить о нем при оценке данного ответа.

Что такое состав или организация чего-нибудь? Нечто и очень простое, и потенциально сложное. «Организация» означает те отношения, которые должны быть в наличии для того, чтобы нечто существовало. Для того, чтобы я мог судить, что некий предмет есть стул, я должен распознать определенное отношение между его частями, которые называются ножки, спинки и сиденье, и только после этого на него можно

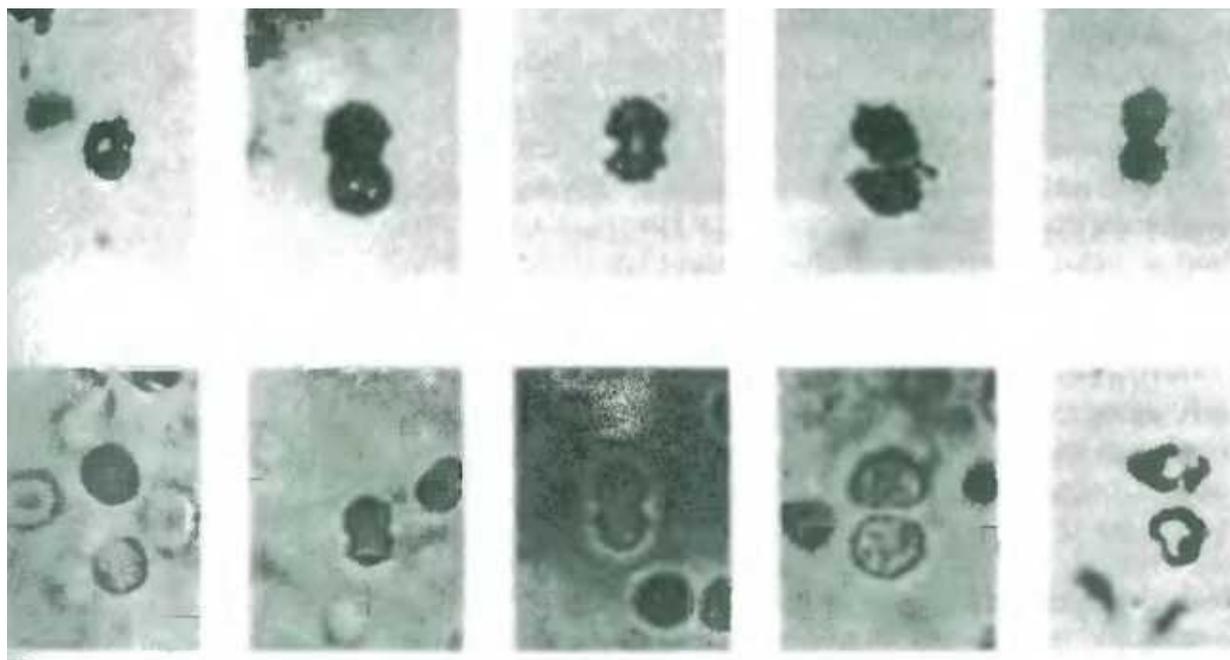


Рис 10. Верхний ряд фотографии окаменелостей (предположительно, бактерий), найденных в отложениях, насчитывающих более 3 миллиардов лет. Нижний ряд: фотографии живых бактерий, форма которых сходна с формой ископаемых бактерий

Происхождение органических молекул

При обсуждении вопроса о происхождении органических молекул, похожих на те, которые были обнаружены в живых организмах (например, нуклеидные основания, аминокислоты или белковые цепи), трудно удержаться от искушения добавить, что их спонтанное появление мало вероятно и что весь процесс формирования органических молекул такой сложности требует наличия некоторой руководящей силы из сказанного нами следует, что такие догадки беспочвенны. Каждая из описанных выше стадий возникает как неизбежное следствие предыдущей стадии. И сейчас, взяв образчик первобытной атмосферы и подведя к нему достаточное количество энергии, можно было бы получить органические молекулы, сравнимые по сложности с теми, которые мы находим в живых организмах. И сейчас, сжав достаточно сильно газообразный водород, мы получили бы термоядерную реакцию, продуктами которой были бы атомы отсутствовавших в нем ранее химических элементов История возникновения жизни, которую мы вкратце рассмотрели выше, есть одна из тех цепей событий, которые

неизбежно происходят одно за другим и приводят к результату, удивительному лишь для того, кто незнаком со всей исторической Классическим подтверждением того, что подобные процессы превращение происходят непрерывно, без разбиения на стадии, стал эксперимент, поставленный в 1953 г Миллером (рис. 11)^[5]. Идея Миллера была проста наполнить лабораторную колбу газовой смесью, имитирующей по составу и энергии излучения первобытную атмосферу Произвести в этой смеси аммиака, метана, водорода и водяного пара электрический разряд С помощью воды, циркулирующей внутри колбы, собрать продукты молекулярных превращений и подвергнуть анализу растворившиеся в воде вещества. К удивлению всего научного сообщества Миллеру удалось получить множество молекул, типичных для современных клеточных организмов, например, аминокислоты аланин и аспарагиновую кислоту и другие органические молекулы, такие, как мочева и янтарная кислоты.

усесться То обстоятельство, что он сколочен из дерева или изготовлен из пластика и скреплен винтами, не имеет никакого отношения к тому, что, согласно моей классификации, этот предмет есть стул. Такая ситуация, при которой мы, явно или неявно, распознаем организацию объекта, когда указываем на него или характеризуем его, универсальна в том смысле, что мы делаем это постоянно — как основной когнитивный акт, который заключается в порождение классов любого типа. Например, класс «стулья» определяется отношениями, необходимыми для того, чтобы нечто можно было классифицировать как «стул» Класс «хороших поступков» определяется критериями, которые я установил и которые надлежит применять, анализируя как сами поступки, так и их последствия, для того, чтобы их можно было считать хорошими.

Нетрудно указать на наличие некоторой организации, просто перечисляя те объекты, которые входят в данный класс; однако точно и ясно описать отношения, которые составляют эту организацию, весьма и весьма сложно. Например, что касается «стульев» как класса, описать организацию «стула» достаточно легко; гораздо труднее описать организацию класса «хороших поступков» — для этого необходимо, чтобы существовало значительное число культурных соглашений.

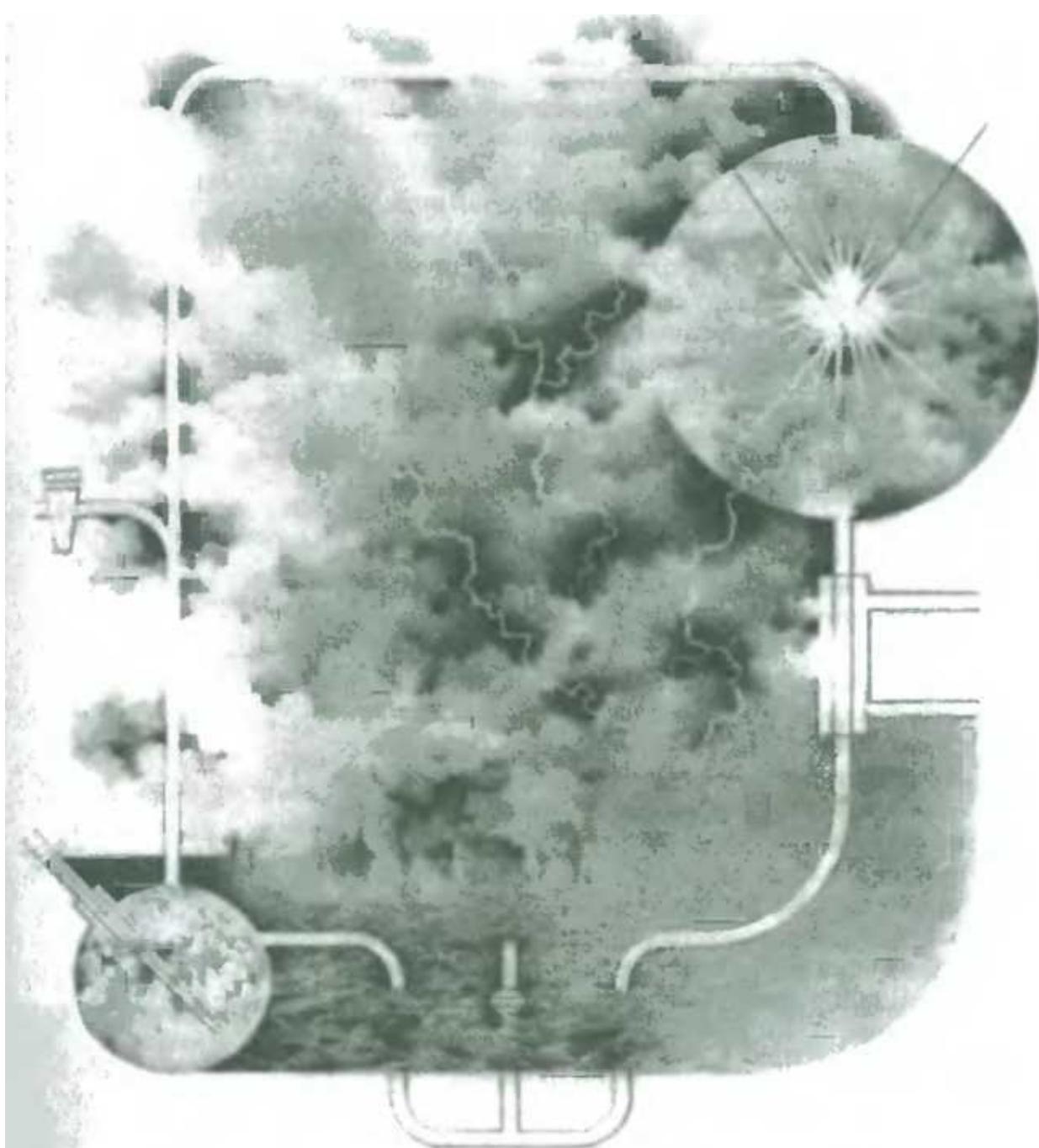


Рис. 11. Эксперимент Миллера как метафора того, что происходило в доисторические времена в земной атмосфере

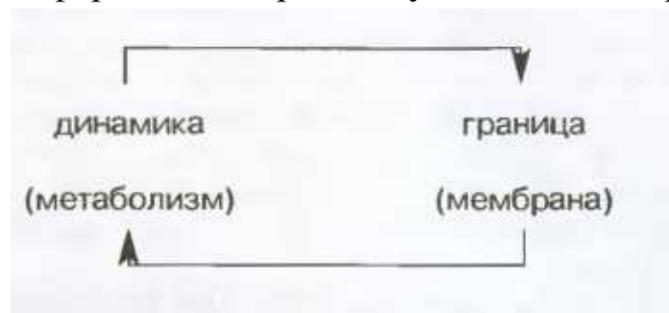
Говоря о живых существах, мы заранее предполагаем, что все они имеют нечто общее; иначе мы не могли бы отнести их к единому классу, который мы обозначаем словом «живое». Однако ничего не было сказано о следующем: какова та организация, которая определяет их как класс? Мы заявляем, что живые существа характеризуются тем, что постоянно самовоспроизводятся. Именно на этот процесс самовоспроизводства мы указываем, когда называем организацию, отличающую живые существа, *аутопоэзной организацией*. В принципе эта организация возникает из определенных отношений, которые мы опишем хотя бы в общих чертах и

рассмотрим на более простом клеточном уровне.

Во-первых, молекулярные компоненты аутопоэзного единства должны быть динамически связаны в сеть непрерывных взаимодействий. В настоящее время нам известны многие конкретные химические превращения в этой цепи, и биохимики дали им собирательное название «клеточного метаболизма».

Итак, каковы отличительные черты клеточной динамики в сравнении с другими наборами молекулярных превращений, происходящих в природных процессах? Интересно отметить, что клеточный метаболизм порождает такие компоненты, которые участвуют в цепи превращений, которая их же и порождает. Некоторые из таких компонентов формируют границу сети превращений, ее предел. В терминах морфологии структура, образующая пространственную преграду, называется мембраной. Мембранная граница не является продуктом клеточного метаболизма в том смысле, в каком ткань можно считать продуктом ткацкого станка. Дело в том, что такая мембрана не только ограничивает расширение сети молекулярных превращений, порождая собственные компоненты, но и сама участвует в функционировании этой сети. Если бы такая пространственная композиция отсутствовала, клеточный метаболизм распался бы, превратившись в расползающуюся молекулярную кашу, и столь дискретное образование, как клетка, не смогло бы возникнуть.

Из сказанного следует, что мы имеем здесь дело с уникальной ситуацией в том, что касается отношений между химическими превращениями: с одной стороны, мы видим сеть динамических трансформаций, порождающую свои собственные компоненты и необходимую для формирования границы; с другой стороны, мы видим границу, необходимую для функционирования сети трансформаций и придающую этой сети характер некоего единства.



Заметим, что речь идет не о последовательных процессах, а о двух различных аспектах единого явления. Иначе говоря, не сначала граница, потом динамика, потом снова граница, снова динамика и т. д. Для того типа явлений, который мы описываем, возможность выделить какую-либо часть из целого (например, нечто, что вы видите под микроскопом) зависит от того, не нарушается ли при таком вычленении общая целостность процессов. Стоит разорвать в каком-то месте клеточную метаболическую сеть, и спустя некоторое время вы обнаружите, что та сущность, о которой вы говорили, более просто не существует! Наиболее поразительная особенность аутопоэзной системы состоит в том, что она вытаскивает сама себя за волосы и становится отличной от окружающей среды посредством собственной динамики, но при этом продолжает составлять с ней единое целое.

Организация и структура

Организация означает те отношения, которые должны существовать между компонентами системы для того чтобы ее можно было отнести к определенному классу. *Структура* означает те компоненты и отношения которые действительно составляют конкретное единство и делают его организацией реальной.

Например, в сливном бачке организация системы регулирования уровня воды складывается из отношений между механизмами, способными определять уровень воды и устройством

способным останавливать ее приток Сливной бачок представляет собой смешанную систему из пластика и металла, клапан Однако эта специфическая структура может быть модифицирована путем замены пластика на дерево, отчего организация бачка не перестает быть таковой

Автономия и аутопоэз

Живые существа отличаются тем, что их организация носит аутопоэзный характер. Они различаются по структуре, но имеют схожую организацию.

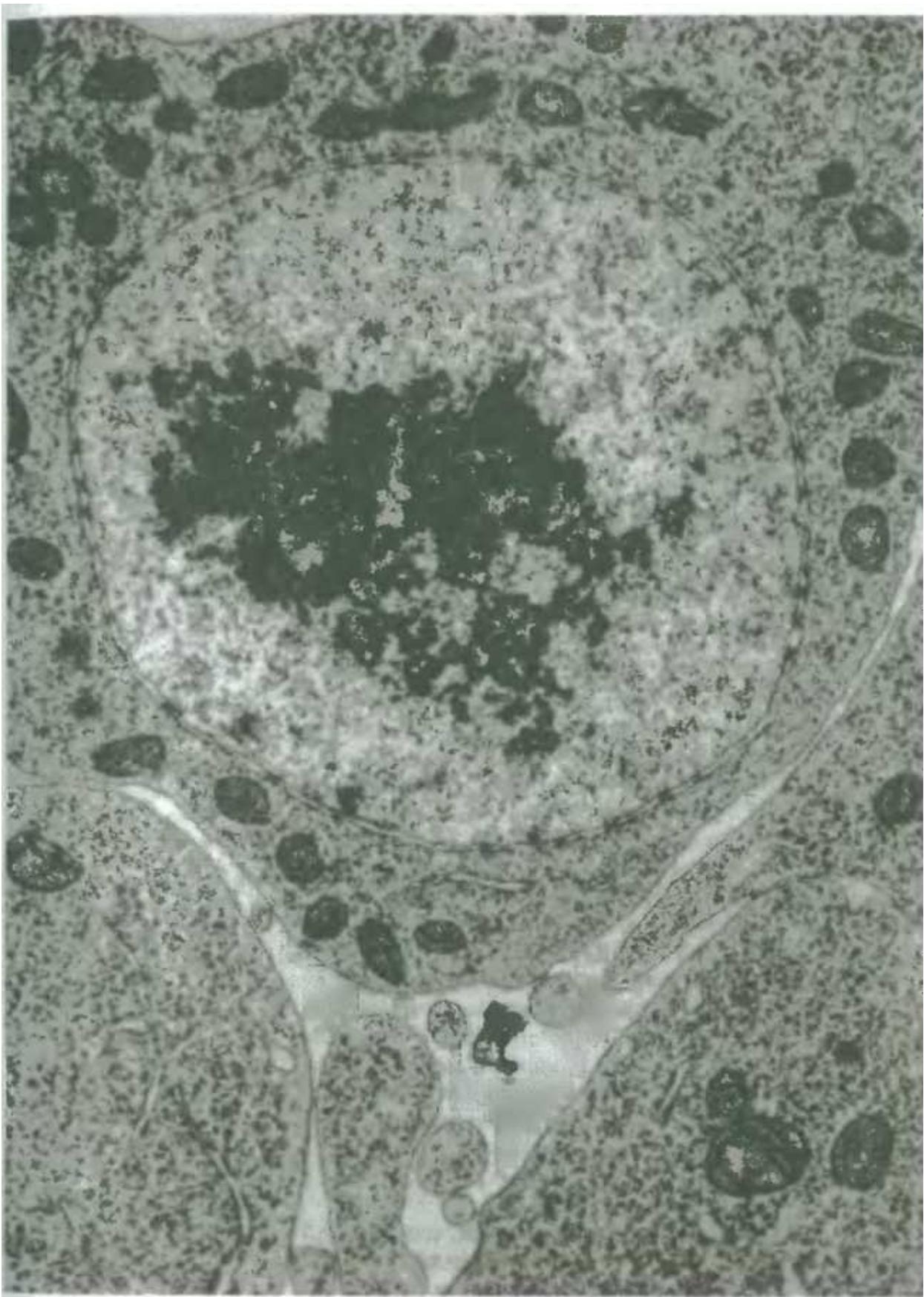
Поняв, что именно характеризует живые существа в их аутопоэзной организации, мы получаем возможность унифицировать все множество эмпирических данных по их биохимии и клеточному функционированию. Поэтому понятие аутопоэза не противоречит эмпирическим данным. Скорее наоборот, оно ими подкрепляется; идея аутопоэза явно предлагает интерпретировать эмпирические данные с точки зрения, делающей особый акцент на том, что живые существа представляют собой *автономные* единства.

Слово «автономия» мы используем в его современном смысле, т. е. система автономна, если она сама устанавливает собственные подходящие законы. Мы отнюдь *не* утверждаем, будто живые системы — единственные автономные системы. Это заведомо не так. Тем не менее автономность — одна из наиболее бросающихся в глаза отличительных особенностей живых существ. Мы утверждаем, что механизм, превращающий живые существа в автономные системы, — это аутопоэз. Именно это характеризует их как автономные системы.

Вопрос об автономности столь же стар, как и вопрос о живом. Но лишь современные биологи испытывают беспокойство по поводу того, как понимать автономность живых существ. С нашей точки зрения, именно этот вопрос служит путеводной нитью к пониманию автономности живых существ: чтобы понять их, нам необходимо понять ту организацию, которая определяет их как единства. Осознание того, что живые существа являются автономными единствами, помогает показать, каким образом их автономность (обычно казавшаяся таинственно загадочной и неуловимой) становится явной, поскольку теперь мы представляем себе, что определяет живые существа как единства именно их аутопоэзная организация, и именно в аутопоэзной организации они обретают реальность и в то же время специфицируют себя.

Таким образом, мы намереваемся действовать вполне научно: раз мы не в состоянии дать перечень того, что отличает живые существа, то почему бы не предложить систему, которая порождает все явления, присущие живым существам? То, что аутопоэзное единство в точности обладает всеми отличительными

Рис. 12. Электронная микрофотография клетки пиявки. Видны мембраны и внутриклеточные компоненты (при примерно 20000-кратном увеличении)



Клетки и их мембраны

Клеточная мембрана играет более существенную и разнообразную роль, нежели просто роль демаркационной пространственной границы для ряда химических превращений, поскольку она сама участвует в этих превращениях, как и другие компоненты клетки. Происходит это в условиях, когда внутреннее пространство клетки обладает богатой архитектурой больших молекулярных блоков, через которые в процессе постоянного обмена

веществ проходят многие органические молекулы, и мембрана операционально составляет часть внутренности клетки. Сказанное относится как к мембранам, которые ограничивают клеточные пространства, соприкасающиеся с внешней средой, так и к мембранам, которые ограничивают каждое из различных внутренних пространств клетки (см рисунки).

Внутренняя архитектура клетки и клеточная динамика — взаимно дополняющие особенности клеточного автопозза.

особенностями живого, становится вполне очевидным в свете имеющихся сведений о взаимозависимости между метаболизмом и клеточной структурой.

То, что живые существа обладают организацией, присуще не только им, но и всему, что мы можем анализировать как систему. Однако живые существа отличаются тем, что их организация порождает в качестве продукта только их самих, без разделения на производителя и продукт. Бытие и сотворение аутопо-эзного единства нерасторжимы, и в этом заключается присущий только им способ организации.

Подобно любой организации, аутопоэзная организация может быть достигнута многими различными типами компонент. Однако необходимо сознавать, что в том, что касается молекулярного происхождения наземных живых существ только определенные виды молекул, вероятно, обладали характеристиками, необходимыми для аутопоэзных единств, и тем самым положили начало той структурной истории, которой принадлежим и мы. Например, было необходимо иметь молекулы, способные образовывать мембраны, достаточно стабильные и пластичные для того, чтобы стать эффективными барьерами и в то же время обладать способностью изменять свои свойства, чтобы молекулы и ионы могли диффундировать сквозь них в течение длительных (по сравнению с молекулярными скоростями) периодов. Например, молекулы на основе кремния были бы слишком «жесткими», чтобы участвовать в функционировании динамических единств (клеток) в непрерывном быстром молекулярном обмене с окружающей средой.

И только в тот момент истории Земли, когда на ней возникли условия, благоприятные для появления таких органических молекул, как белки обладающие огромной сложностью и гибкостью, эти условия оказались также подходящими для формирования аутопоэзных единств. Мы можем даже предположить, что когда все эти достаточные условия присутствуют в истории Земли, формирование аутопоэзных систем становится неизбежным.

Можно утверждать, что именно в тот момент началась жизнь. Это отнюдь не означает что возникновение жизни произошло единожды и только в каком-нибудь одном месте, равным образом нельзя указать точную дату этого события. Все имеющиеся в нашем распоряжении данные позволяют считать, что коль скоро условия для возникновения живых систем возникли однажды, они стали возникать многократно, т. е. многочисленные аутопоэзные системы во многих структурных вариантах возникали во многих местах на Земле в течение периода, охватывающего возможно, многие миллионы лет.

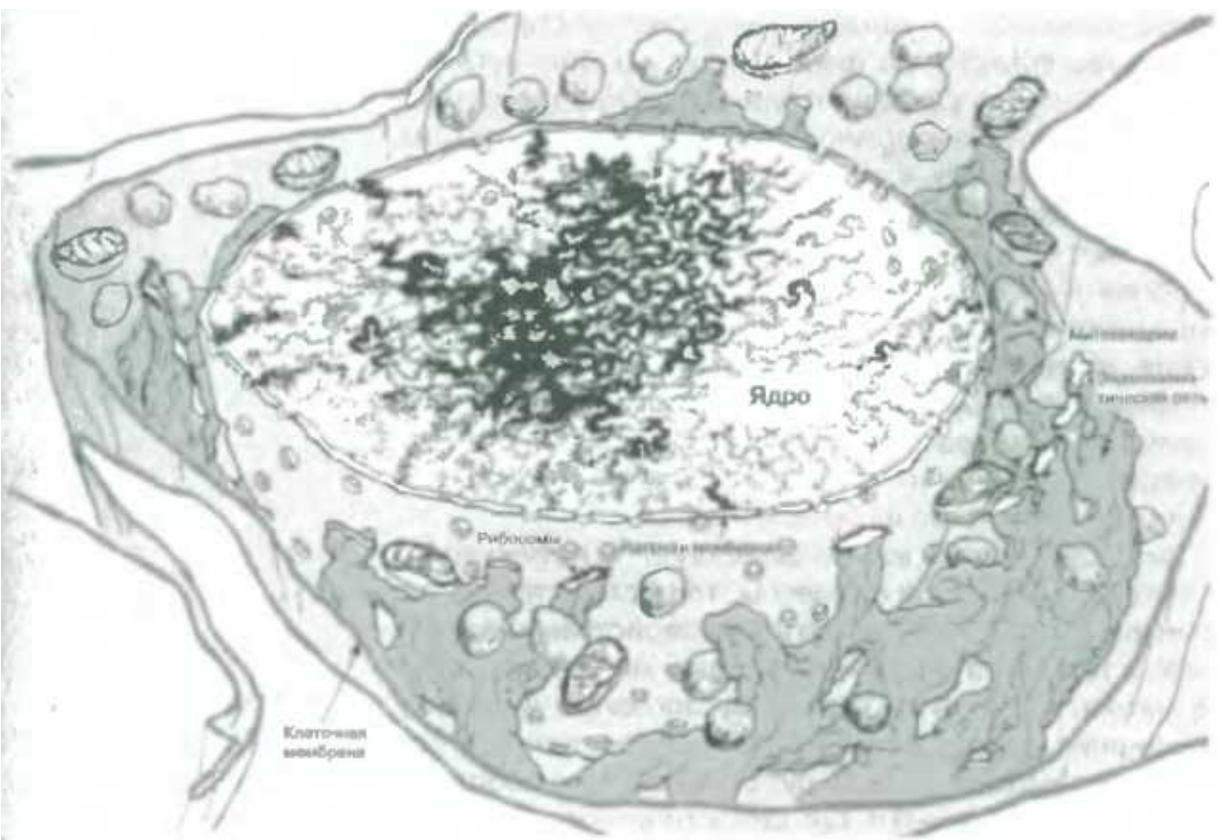


Рис 13. Схематический разрез клетки пиявки, представленной на рис. 12 Видны основные клеточные структуры — ядерная мембрана, митохондрии, эндо-плазматическая сеть, рибосомы и клеточная мембрана. Заметьте, что изображение трехмерное — видно то, что находится под поверхностью среза

Возникновение аутопоэзных систем на Земле — заметная веха в истории нашей солнечной системы. Это необходимо хорошо понимать. Образование любой системы всегда влечет за собой ряд явлений, связанных с ее характеристическими чертами. Таким образом, можно сказать, что каждый класс систем определяет некоторую конкретную феноменологию. Так, аутопоэзные системы определяют биологическую феноменологию — феноменологию, присущую тем системам, особенности которых отличны от физической феноменологии. Дело не в том, что аутопоэзные системы выступают против любого аспекта физической феноменологии — поскольку их молекулярные компоненты подчиняются всем законам физики, — а в том, что явления, которые они порождают, функционируя как аутопоэзные системы, зависят от их организации и от того, каким образом возникает эта организация, а не от физической природы их компонент (которая определяет только пространство их существования).

Так, если клетка взаимодействует с молекулой X и включает ее в свои процессы, то последствия этого взаимодействия определяются не свойствами молекулы X, а тем, как эту молекулу «видит» или воспринимает клетка, включая ее в свою аутопоэзную динамику. Изменения, происходящие внутри клетки в результате такого взаимодействия, будут определяться собственной структурой клетки как целостного образования. Следовательно, постольку, поскольку аутопоэзная организация порождает биологическую феноменологию, генерируя живые существа как автономные единства, биологическим явлением будет любое явление, которое включает в себя аутопоэз по крайней мере одного живого существа.

3. История: репродукция и наследственность

В этой главе речь пойдет о репродукции и наследственности. Две причины вынуждают нас к этому. Одна из них состоит в том, что как живые существа (и, к тому же, существа общественные) мы обладаем историей: появившись на свет в результате репродукции, мы являемся потомками не только наших предков — людей, но и самых различных предшественников, вереница которых уходит в прошлое более чем на 3 миллиарда лет. Другая причина заключается в том, что как организмы мы — существа многоклеточные и все наши клетки возникли в результате репродукции вполне определенной клетки, образовавшейся при слиянии яйцеклетки и сперматозоида и положившей начало нашему существованию. Таким образом, репродукция входит и в историю нашего развития как человеческих существ, и в историю формирования наших индивидуальных клеток. Как ни странно, но в силу этого обстоятельства и мы сами, и наши клетки оказываемся существами одного и того же поколения, или, как принято говорить, анцестрального возраста. Кроме того, с исторической точки зрения то же можно сказать и относительно всех живых существ и всех современных клеток: у всех нас один и тот же анцестральный возраст. Следовательно, чтобы понять живые существа во всех их измерениях и тем самым понять самих себя, нам необходимо понять механизмы, делающие живые существа историческими существами. Для этого мы начнем прежде всего с явления репродукции.

Репродукция: что это такое?

Биология изучила процесс репродукции с различных точек зрения, в особенности на клеточном уровне. Давно было показано, что клетка может породить другую при делении.

Исторические явления

Всякий раз, когда в системе одно состояние возникает как модификация предыдущего состояния, мы имеем *историческое* явление

Организация и история

Динамику любой системы можно объяснить продемонстрировав отношения между ее частями и закономерности их взаимодействия тем самым вскрыв ее организацию. Но для того, чтобы полностью понять организацию системы, нам необходимо не только наблюдать, как она действует в своей внутренней динамике, но и рассмотреть ее в конкретной обстановке т е в контексте, связанном с ее функционированием. Такое понимание требует, чтобы мы определенным образом дистанцировались от объекта наблюдения дабы обрести перспективу которая в случае исторических систем означает ссылку на их происхождение. Все это просто, когда речь идет, например, о машинах, изготовленных руками человека поскольку нам известна любая стадия их производства. В случае живых организмов ситуация не столь проста их генезис и их «стория» никогда не доступны прямому наблюдению и поддаются реконструкции лишь по отдельным фрагментам.

О делении клетки (или митозе) мы говорим как о сложном процессе перераспределения клеточных элементов вызывающем образование плоскости деления. Что при этом происходит? Репродукция обычно состоит в том, что одно единство в результате некоторого специфического процесса порождает другое единство того же класса, т. е. такое, что наблюдатель считает его обладающим такой же организацией, как и исходное единство.

Нетрудно видеть, что репродукция предполагает два основных условия: существование исходного единства и процесса, который его репродуцирует.

В случае живых существ исходным единством служит живое существо (аутопоэзное единство), а процесс (позднее мы дадим точное определение того, что следует понимать под процессом) должен завершиться образованием по крайней мере еще одного аутопоэзного единства, отличного от того, которое считается первым.

Внимательный читатель, должно быть уже понял, что при такой точке зрения на репродукцию мы *не* считаем ее определяющей для живых существ и поэтому (как это должно быть уже ясно) не признаем за ней какой-либо роли в их организации. Мы настолько привыкли рассматривать живые существа как некий перечень свойств (считая, что репродукция — одно из них), что описанный подход может показаться шокирующим. На самом деле то, о чем мы говорим, достаточно просто, репродукция не может быть частью организации живых существ поскольку для того, чтобы репродуцировать нечто, это нечто *сначала* должно представлять собой единое целое и обладать специфической организацией. Этого требует простая логика, которой мы пользуемся ежедневно. Следовательно, если мы будем последовательны, то не сможем не признать, что, говоря о репродукции живого существа, мы подразумеваем, что оно должно обладать способностью существовать, и не репродуцируя самое себя. Достаточно вспомнить о муле, чтобы понять, что так действительно должно быть. В этой главе мы собираемся обсудить, каким образом в процессе репродукции происходит усложнение структурной динамики аутопоэзного единства, а также к каким последствиям это приводит в истории живых существ. Но *добавление* любого нового элемента к структурной динамике есть нечто совершенно отличное от изменения существенных характеристик единства; последнее подразумевает изменение его организации.

Способы порождения аутопоэзных единств

Чтобы понять, что происходит при репродукции клетки, рассмотрим различные ситуации, в которых возникают новые единства того же класса.

Репликация. Мы говорим о репликации (или о производстве) всякий раз, когда имеем действующий механизм с помощью которого могут многократно появляться единства одного и того же класса. Например, любая фабрика представляет собой большой производственный механизм, который путем повторения одного и того же процесса производит серию копий единств одного и того же класса: тканей автомашин, шин (рис. 15).

То же самое происходит и с компонентами клетки. Это отчетливо видно на примере производства белков, когда рибосомы, информационные и транспортные нуклеиновые кислоты и другие молекулы образуют производственный механизм, а продуктом являются белки.

Отличительная особенность феномена репликации состоит в том, что производственный механизм и продукт являются операционально различными системами и производственный механизм порождает элементы,

Рис. 15. Пример репликации

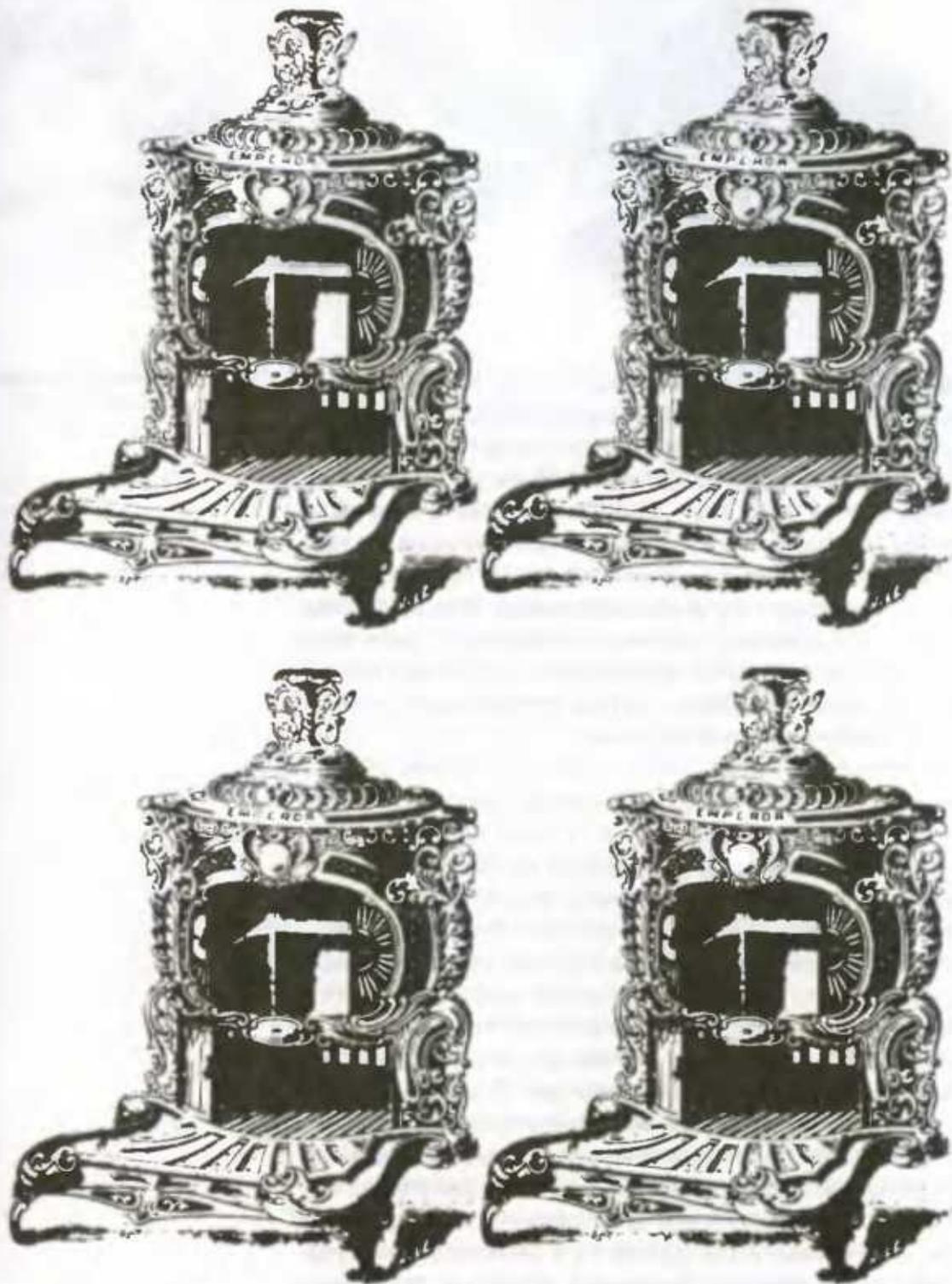




Рис 16. Пример копирования с заменой модели независимые от него. Заметим, что то, как протекает репликация, влечет за собой важное следствие: производимые единства исторически *независимы* друг от друга. Что бы ни происходило с любым из них в дальнейшем, это не оказывает никакого воздействия на те единства, которые продуцируются вслед за этим. Какова бы ни была судьба купленной мною «Тойоты», это никак не повлияет на автомобильный завод фирмы «Тойота», который как ни в чем не бывало будет про должать выпускать свои автомашины. Короче говоря, единства, произведенные путем репликации, не составляют историческую систему.

Копирование Мы говорим о копии всякий раз, ког да имеем единство-образец и проекционную процедуру для изготовления идентичного образцу единства. Например, поместив эту страницу в ксерокс, мы получим то, что принято называть копией. Следовательно, единством-образцом в этом случае будет служить страница книги, а в роли процесса выступит способ действия оптического проекционного механизма.

Следует ясно понимать, что могут существовать две принципиально различных ситуации. Если в качестве образца для копирования используется одна и та же модель, то мы получаем множество копий, исторически независимых друг от друга. Но если результат одного копирования служит образцом для получения следующей копии, и так далее, то в результате получается ряд исторически связанных единств, поскольку все, что происходит с каждым из них с того момента, когда они становятся самостоятельными единствами, и до того, как будут использованы в качестве модели, определяет характеристики следующей копии. Например, если ксероксную копию этой страницы в свою очередь скопировать на той же машине, то ясно, что оригинал и две копии будут слегка отличаться друг от друга. Повторив этот процесс много раз, мы после многократного копирования, как нетрудно понять, заметим постепенную трансформацию получаемых копий в наследственном ряду и получим историческую последовательность скопированных единств. Творческое использование этого исторического феномена есть то что известно в изобразительном искусстве под названием анаморфоза (рис. 16) Анаморфоз — превосходный пример исторического дрейфе



Репродукция. Мы говорим о репродукции, когда единство *распадается надвое*, что приводит к появлению двух единств одного и того же класса. Например, так происходит, когда кусок мела ломается на две части или когда кисть винограда разрывается на две кисти поменьше. Возникающие единства не тождественны исходному; тем не менее они принадлежат тому же классу, что и исходное единство, т. е. имеют ту же самую организацию. С иной ситуацией мы сталкиваемся, когда «разрывается» радиоприемник или банковский чек. В этих случаях разрыв исходного единства разрушает его и оставляет после себя два фрагмента, но не два единства того же класса, что и исходное.

Для того, чтобы разрыв приводил к репродукции, структура единства должна быть организована *распределенно* и некомпартментализовано, при этом плоскость разрыва разделяет фрагменты со структурами, способными независимо воплощать одну и ту же исходную организацию. Кусок мела и кисть винограда обладают структурой этого типа и допускают множество плоскостей разрыва, поскольку их организация включает равномерное повторение однородных компонентов (кристаллов углекислого кальция в куске мела и виноградин в кисти винограда) на всем протяжении.

Многие природные системы удовлетворяют этим требованиям; следовательно, репродукция — часто встречающееся явление. Примерами могут служить зеркала, палки, сообщества и дороги (рис. 17). С другой стороны, радиоприемник и монета не репродуцируемы, поскольку в пределах этих единств характеризующие их отношения не повторяются. К этому классу принадлежит немало систем, например, чашки, люди, авторучки и декларация прав человека. Такая неспособность к репродуцированию — паттерн, часто встречающийся во Вселенной. Интересно, что репродукция как феномен не ограничена ни какой-либо конкретной областью пространства, ни какой-либо конкретной группой систем. Суть репродуктивного процесса (в отличие от репликации или копирования) заключается в том, что все происходит в единстве как *части* единства и не существует разделения между системой репродуцирующейся и системой репродуцированной. Нельзя сказать также, что единства, образующиеся в результате репродукции, предсуществуют или формируются до того, как происходит репродуктивный разлом. Их просто не существует. Кроме того, хотя единства, возникающие при репродуктивном разломе, обладают такой же организацией, что и исходное единство, и поэтому наделены похожими структурными аспектами, они обладают кроме того, структурными аспектами, отличными как от исходного единства, так и друг друга. Это объясняется не только тем, что новые единства меньше исходного, но и тем, что свои структуры они получают непосредственно от исходного единства во время репродукции, и при этом в процессе формирования им могут достаться различные компоненты исходного единства, которые могут быть распределены неравномерно и в которых, кроме того, отражается индивидуальная история структурных изменений.

Вследствие этих характеристик репродукция с *необходимостью* порождает исторически взаимосвязанные единства. Если эти единства претерпевают репродуктивный разлом, то, взятые вместе, они образуют историческую систему.

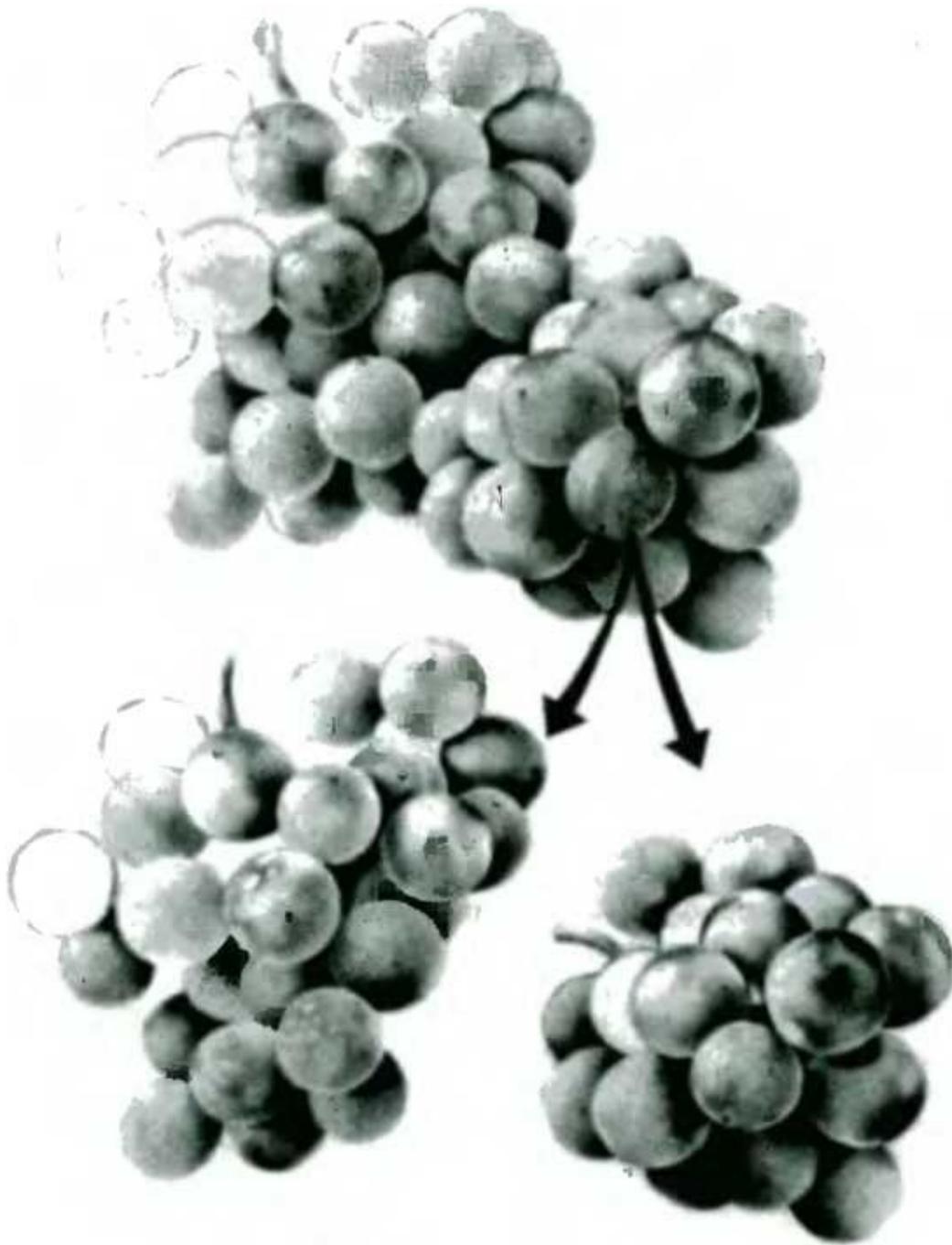


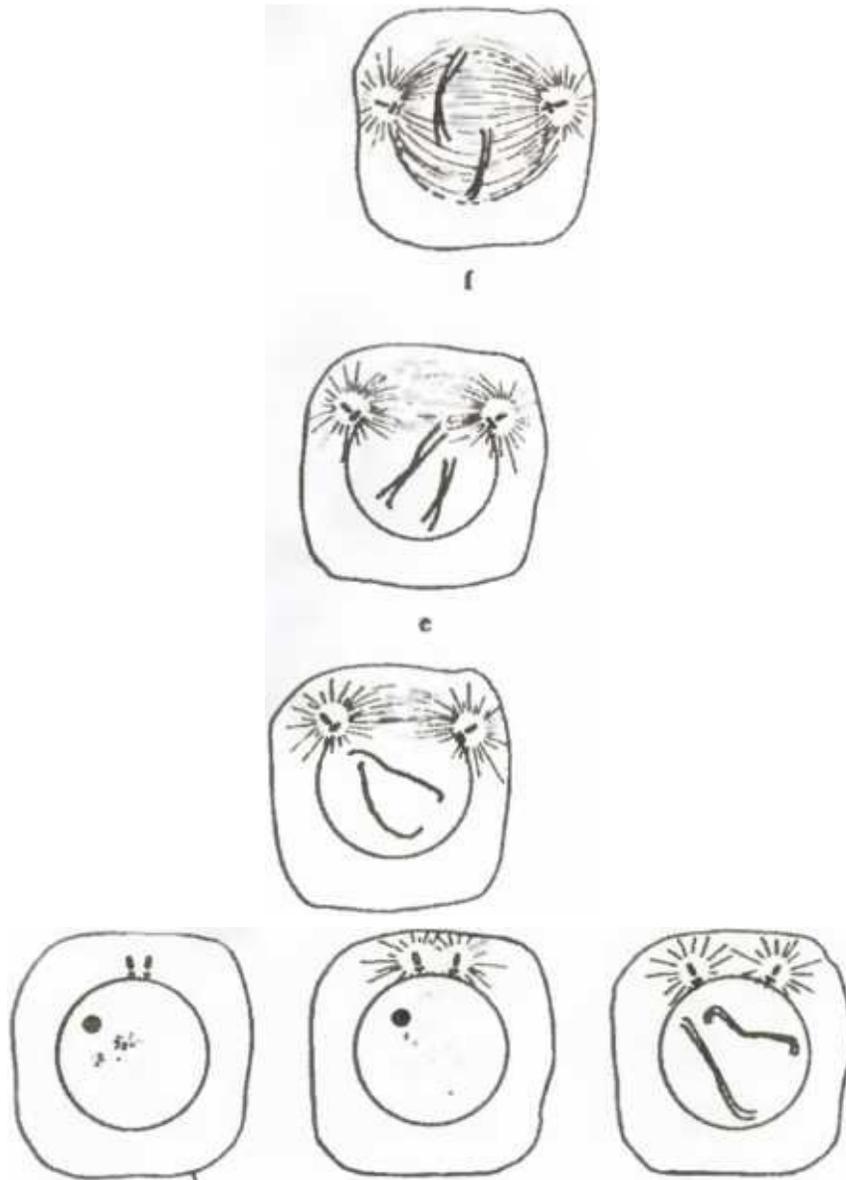
Рис. 17. Репродуцирование разрывом

Репродукция клетки

Какое отношение все это имеет к клеткам? Если взять любую клетку на стадии интерфазы (т. е. не во время репродуктивного процесса) и «разломать» ее, то двух клеток мы не получим. На стадии интерфазы клетка представляет собой компартментализованную систему, т. е. существуют компоненты, изолированные от остальных или представленные в единственном числе (что исключает наличие любой плоскости репродуктивного разделения). В частности, это справедливо для молекул дезоксирибонуклеиновой кислоты (ДНК), образующих составную часть хромосом и отделенных на стадии интерфазы ядерной мембраной от цитоплазмы в ядре (рис. 18 а).

При митозе, или клеточном делении, все процессы (рис. 18 *b-j*) сводятся к декомпарментализации клетки. Это отчетливо видно на рис. 18, где показано растворение ядерной мембраны (сопровождающееся репликацией больших молекул ДНК, имеющих вид двойных спиралей) и смещение хромосом и других клеточных компонентов, что делает возможным появление плоскости раздела. Все это происходит в результате клеточного аутопоэза, который при этом не прерывается. Таким образом, собственная динамика клетки ведет к структурным изменениям, например, к образованию митотического веретена (рис. 18 *d-h*). Такие изменения приводят к дроблению, или делению клетки.

С этой точки зрения процесс репродукции клетки достаточно прост и сводится к «разлому» вдоль плоскости деления,

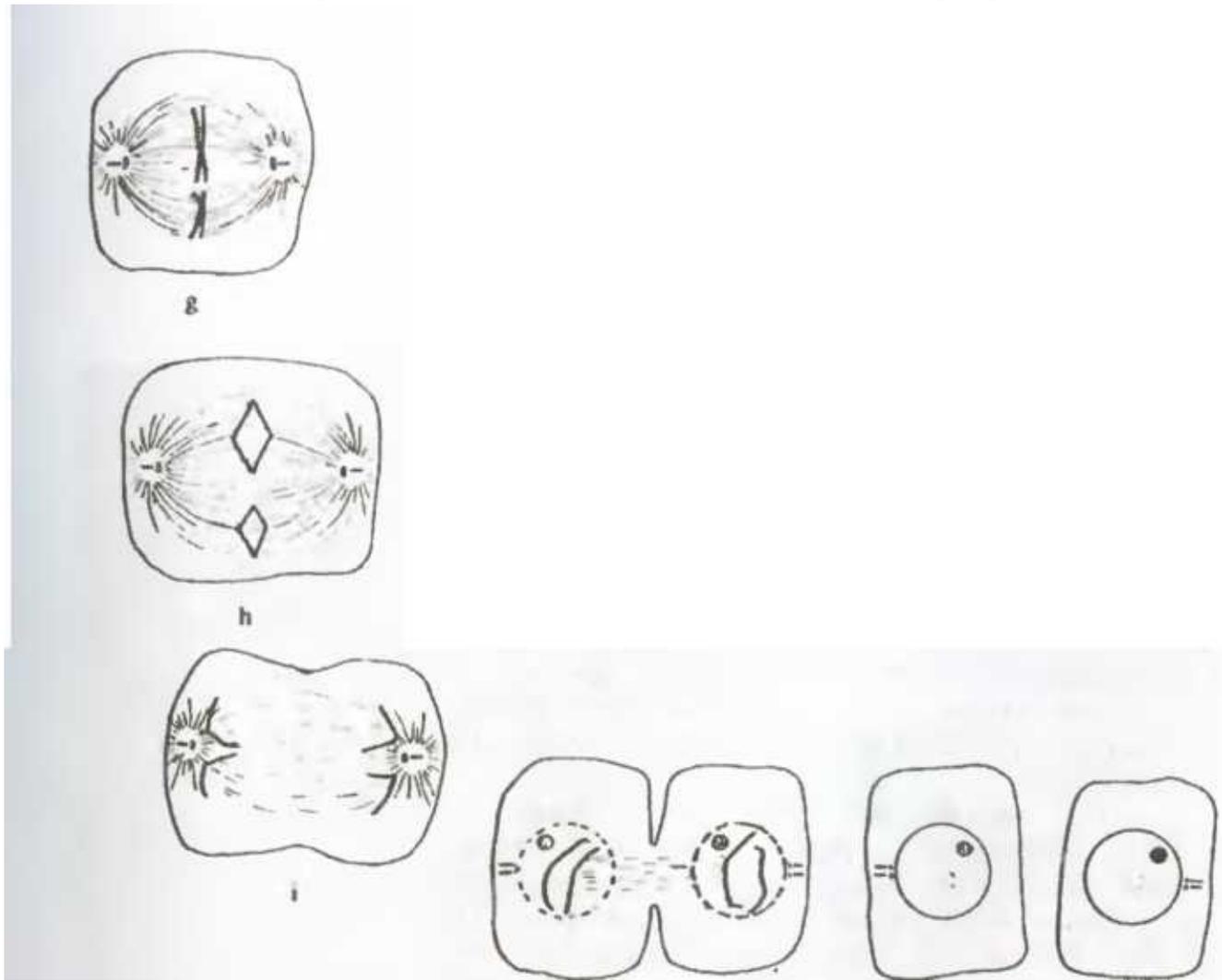


что порождает два новых единства того же класса, что и исходная клетка. В современных эукариотных (имеющих ядро) клетках плоскость деления и механизм деления определяются тонким и изящным механизмом молекулярной хореографии. В древних прокариотных клетках, где компарментализация, изображенная на рис. 18, не наблюдается, процесс репродукции в действительности происходит проще. В любом случае репродукция клетки — это именно репродукция в указанном выше смысле, а не репликация или копирование единств.

Но в отличие от приведенных выше примеров репродукции, деление клетки — явление специфическое: оно обусловлено аутопоэзной динамикой. Никакие внешние агенты или силы для него не требуются. Мы можем лишь предполагать, что в случае первых ау-топоэзных единств дело обстоит иначе и что в действительности репродукция сначала была фрагментацией,

возникавшей при столкновениях этих единств с другими внешними объектами. В получавшейся при этом исторической сети некоторые необычные клетки подвергались репродуктивному делению вследствие своей внутренней динамики. Такие клетки обладали механизмом деления, положившим начало наследственному ряду, или устойчивой исторической последовательности. Как именно это произошло, остается неясным. Возможно, мы никогда этого не узнаем. Но это отнюдь не обесценивает тот факт, что клеточное деление представляет собой частный случай репродукции, который мы на вполне законном основании можем назвать саморепродукцией.

Рис 18 Митоз, или репродуцирование разрывом, в клетке животного. На рисунке изображены различные стадии декомпарментализации, делающей возможной репродуцирование разрывом.



Репродуктивная наследственность

Всякий раз, когда мы имеем дело с историческим рядом, независимо от того, как он возник, мы сталкиваемся с феноменом наследственности, т. е. обнаруживаем, что структурные конфигурации, присущие какому-то члену ряда, вновь появляются у следующего члена ряда. Это справедливо как в отношении характеристик, присущих всему классу, так и для признаков отдельных особей. Поразмыслив над примером с историческим рядом последовательных ксероксных копий, мы обнаружим, что сколь бы сильно первые копии ни отличались от последних, определенные соотношения между черным и белым цветом в начертаниях букв останутся неизменными; именно это и позволяет нам читать копии и утверждать, что одна страница является копией другой. В тот момент, когда копия станет настолько неразборчивой, что мы не сможем прочесть ее, исторический ряд прервется.

Аналогичным образом в системах, наделенных способностью репродуцирования, наследственность присутствует в каждом репродуктивном акте как составная часть феномена репродукции в силу одного лишь факта порождения двух единств одного и того же класса. Иначе говоря, именно потому, что репродукция происходит, когда существует плоскость деления в единстве с распределенной структурой, при переходе от одного поколения к следующему неизбежно сохраняется определенная устойчивость структурных конфигураций.

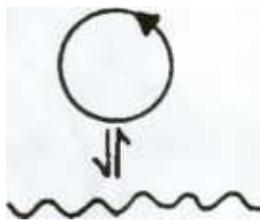
Точно так же, поскольку репродуктивное деление приводит к образованию двух единств с той же организацией, что у исходного единства, но с отличающимися структурами, оно сохраняет организацию и порождает структурные вариации. Из феномена репродукции с необходимостью следует как возникновение сходства, так и структурных различий между «родителями», «детьми» и «братьями». Те аспекты первичной структуры нового единства, которые мы оцениваем как идентичные исходному единству, и называются наследственностью; те же аспекты первичной структуры нового единства, которые мы оцениваем как отличные от исходного единства, называются репродуктивной *вариацией*. Именно поэтому каждое новое единство неизменно начинает свою индивидуальную историю, обладая и структурным сходством со своими предками, и отличиями от них. Как мы увидим, эти сходства и различия сохраняются или будут утрачены в зависимости от обстоятельств в процессе конкретного онтогенеза. Теперь же мы хотим лишь подчеркнуть, что репродукции присущи и феномен наследственности, и появление структурных изменений у потомков; это утверждение остается в силе и относительно репродукции живых существ.

В репродукции клеток имеется немало примеров, когда удается точно установить структурные условия, обуславливающие как появление изменений, так и сохранение сходства. Например, некоторые компоненты допускают лишь ограниченное число вариантов своего участия в аутопоэзе, но многочисленные режимы своего участия в клеточной динамике. Такие компоненты входят в основные структурные конфигурации, переходящие из поколения в поколение (в противном случае репродукции бы не было) почти без изменений. служить ДНК (нуклеиновые кислоты) или гены, основная структура которых при репродукции воспроизводится лишь с небольшими изменениями, что приводит к сохранению основных структурных конфигураций у особей одного наследственного ряда. В то же время, существует непрерывная изменчивость структурных аспектов, которая не позволяет сохранять их более чем в одном или двух поколениях. Например, способ синтеза белков с участием ДНК сохранялся неизменным во многих наследственных рядах, тогда как тип синтезируемых белков на протяжении истории этих наследственных рядов претерпел глубокие изменения.

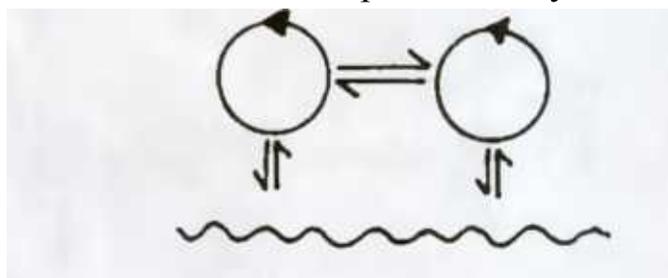
Характер распределения структурных изменений или инвариантности в системе наследственных рядов определяет различные способы проявления наследуемости в череде поколений, иными словами — различные генетические (наследственные) системы. Современные генетические исследования сосредоточены главным образом на генетике нуклеиновых кислот. Но существуют и другие генетические (наследственные) системы, которые мы только начинаем понимать. Они остались в тени генетики нуклеиновых кислот — к примеру, генетика других внутриклеточных образований, например, митохондрий и мембран.

4. Жизнь метаклеточных

Под онтогенезом мы понимаем историю структурных изменений, происходящих в некотором единстве без потери этим единством своей организации. Такие структурные изменения, вызываемые либо взаимодействиями единства с окружающей средой, в которой оно существует, либо его внутренней динамикой, происходят непрерывно. Что касается постоянных взаимодействий с окружающей средой, то клеточное единство ежемоментно классифицирует и «рассматривает» их в соответствии со своей структурой. В свою очередь, структура единства непрерывно изменяется вследствие его внутренней динамики. В итоге онтогенетическое преобразование единства прекращается только с его распадом. Для того, чтобы кратко представить эту ситуацию, говоря об аутопоэзных единствах, мы будем использовать следующую диаграмму:



Что произойдет, если мы рассмотрим онтогенез не одного, а двух (или более) соседних единств в среде взаимодействия? Это можно изобразить следующей диаграммой:



Разумеется, описанную ситуацию можно рассматривать с точки зрения любого из единств, и она будет симметричной. Это означает, что для клетки, расположенной слева, клетка справа представляет собой лишь еще один источник взаимодействий, неотличимый от тех, которые мы как наблюдатели классифицируем как приходящие от «инертной» окружающей среды. Наоборот, для клетки, расположенной справа, клетка слева представляет собой лишь еще один источник взаимодействий, испытываемых клеткой справа в соответствии с ее собственной структурой.

Это означает, что два (или более) аутопоэзных единства могут претерпевать взаимосвязанные онтогенезы, если взаимодействия между ними носят *рекуррентный* или более стабильный характер. Это следует ясно себе представлять. Каждый онтогенез происходит в какой-то окружающей среде; как наблюдатели мы можем описать и онтогенез, и окружающую среду как обладающие определенными структурными характеристиками, например, диффузией, секрецией, температурой. При описании аутопоэзного единства как имеющего конкретную структуру нам станет ясно, что взаимодействия (покуда они рекуррентны) между единством и окружающей средой состоят из взаимных возмущений. В такого рода взаимодействиях структура окружающей среды только *запускает* структурные изменения в аутопоэзных единствах (но не определяет их и не управляет ими), и наоборот, структурные изменения в аутопоэзных единствах вызывают структурные изменения в окружающей среде. В результате мы получаем историю взаимных конгруэнтных структурных изменений, продолжающихся до тех пор, покуда

аутопозное единство и вмещающая его окружающая среда не распадутся: возникает *структурное сопряжение*.

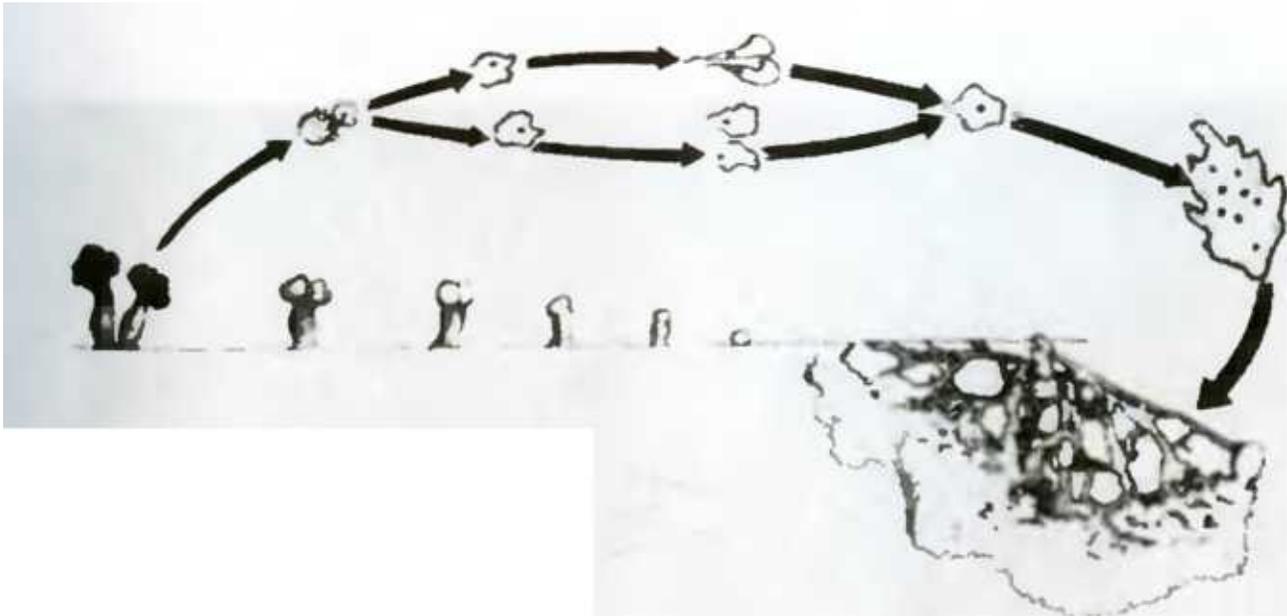


Рис. 20. Жизненный цикл миксомицета (слизевика) *Physarum*, включающий формирование плазмодия в результате слияния клеток

Среди всех возможных взаимодействий между системами существуют такие, которые имеют явно выраженный рекуррентный, или повторяющийся, характер. Например, если мы взглянем на клеточную мембрану, то заметим, что через клетку осуществляется постоянный транспорт некоторых ионов (например, ионов натрия или кальция), причем клетка реагирует на присутствие этих ионов, включая их в свою метаболическую сеть. Активный транспорт ионов происходит регулярно, и мы как наблюдатели можем сказать, что структурное сопряжение клеток с внутренней или окружающей средой позволяет им рекуррентно взаимодействовать с теми ионами,

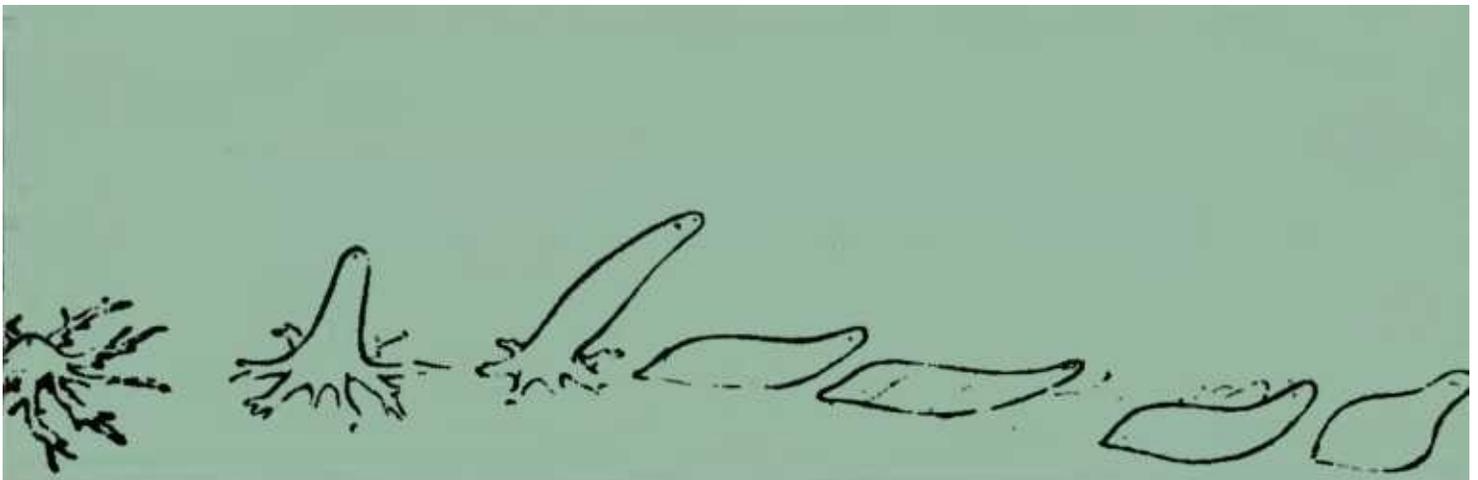


Рис. 21. Жизненный цикл миксомицета (слизевика) *Dictyostelium* с плодовым телом, образующимся путем объединения клеток, которые возникают в результате репродукции исходной споровой клетки (масштаб не соблюден) которые там содержатся. Именно клеточное структурное сопряжение позволяет клеткам взаимодействовать только с некоторыми ионами, так как если во внутреннюю среду клетки проникнут другие ионы (например, ионы цезия или лития), то структурные изменения, которые они вызовут в клетке, прервут ее аутопоз.

Почему же в клетках каждого типа аутопоз происходит только при вполне определенном

виде регулярного и рекуррентного взаимодействия и не происходит при других взаимодействиях? Ответ на этот вопрос может быть дан только со ссылкой на филогению, или историю соответствующей линии клеток, иначе говоря, тип структурной связи каждой клетки в данный момент есть существующее на данный момент состояние истории структурных преобразований в рамках той филогении, которой принадлежит данная клетка. Иными словами, момент в естественном дрейфе наследственной линии, о котором идет речь возникает вследствие сохранения структурного сопряжения предшествующих клеток в той же наследственной линии. Так, в приведенном выше примере в данном состоянии клеточного естественного дрейфа мембраны функционируют осуществляя транспорт ионов натрия и кальция, но не каких-либо других ионов.

Структурное сопряжение со средой как условие существования охватывает все возможные клеточные взаимодействия. Следовательно, оно включает в себя и взаимодействия с другими клетками. Клетки многоклеточных систем нормально функционируют, только привлекая ближайшее клеточное окружение в качестве среды для реализации своего аутопоэза. Такие системы возникают в результате естественного дрейфа наследственных рядов, в которых удавалось сохранять ближайшее клеточное окружение.

Превосходным источником примеров, особенно убедительно подтверждающих сказанное, может служить группа одноклеточных организмов, известных под названием миксомицетов. Например, когда спора миксомицета *Physarum* начинает развиваться, возникает клетка (рис. 20, сверху). Если окружающая среда влажная, то у клетки вырастает жгутик, и она обретает подвижность. Если же окружающая среда сухая, то у клетки развиваются ложноножки, и она становится похожей на амёбу. Затем эти две разновидности клеток делятся и порождают множество других клеток; удерживаемые структурным сопряжением, эти клетки сливаются и образуют плазмодий, который, в свою очередь, формирует макроскопическое плодоносящее тело, вырабатывающее споры (см. рис. 21).

У таких филогенетически древних эукариот тесная клеточная агрегация достигает своей кульминации в новом единстве, когда в результате слияния клеток образуется плодоносящее тело. Оно представляет собой метаклеточное единство, существование которого исторически составляется клетками, порождающими его в завершение *жизненного цикла* того органического единства, которому принадлежит данное многоклеточное единство (и которое определяется указанным жизненным циклом). При этом необходимо четко понимать, что формирование метаклеточных единств, способных давать начало ряду поколений путем репродуцирования через отдельные клетки, порождает феноменологию, отличную от феноменологии образующих их клеток. Такое метаклеточное единство, или *единство второго порядка*, будет иметь структурное сопряжение и онтогенез, адекватные ее структуре как составного единства. В частности, метаклеточные системы, аналогичные описанной выше, обладают макроскопическим онтогенезом, а не микроскопическим, присущим образующим их клеткам.

Более сложную ситуацию можно рассмотреть на примере другого миксомицета. *Dictyostelium* (рис. 21)^[6]. В этой группе, если окружающая среда обладает некоторыми специфическими свойствами, амёбоподобные особи собираются в плодоносящее тело, как в предыдущем примере. Хотя отдельные клетки при этом не сливаются, но и в этой группе мы обнаруживаем, что единства второго порядка демонстрируют отчетливо выраженное разнообразие клеточных типов. Например, клетки на верхнем конце плодоносящего тела порождают споры, в то время как клетки у основания, не обладая такой способностью, заполняются вакуолями и перегородками, которые служат механической опорой для всей метаклеточной системы. На этом примере мы видим, что в динамизме такой тесной клеточной агрегации в ее жизненном цикле структурные изменения, претерпеваемые каждой клеткой в

истории ее взаимодействий с другими клетками, взаимно дополнительные при ограничениях, налагаемых участием клеток в образуемом ими метаклеточном единстве. Именно поэтому онтогенетические структурные изменения каждой клетки с необходимостью отличаются в зависимости от того, каким образом те или иные клетки участвуют через свои взаимодействия и отношения с соседними клетками в образовании единства второго порядка.

Мы подчеркиваем, что тесная агрегация клеток, происходящих от одной клетки, агрегация, которая превращается в метаклеточное единство, есть условие, которое согласуется с непрерывным аутопоэзом этих клеток. Однако такие клеточные скопления не являются биологически необходимыми, поскольку многие организмы на протяжении долгой истории своего существования оставались одноклеточными. В тех же наследственных рядах где клеточная агрегация *произошла*, она привела к глубоким последствиям для соответствующих историй структурных преобразований. Рассмотрим эту ситуацию более подробно.

Ясно, что онтогенез метаклеточной системы должен определяться областью взаимодействий, задаваемых ею как единым целым, а не отдельными взаимодействиями образующих ее клеток. Иначе говоря, жизнь многоклеточной особи как единства протекает через функционирование ее компонент, но не определяется их свойствами. Но каждая из многоклеточных особей возникает в результате деления и обособления наследственных линий клеток, которое начинается в момент оплодотворения одной клетки, или зиготы, порожденной некоторыми органами или частями многоклеточного организма. Если новые особи не рождаются, то наследственная линия обрывается. А для того, чтобы новые особи рождались, их возникновение должно начинаться с одной клетки. Все происходит по следующей простой схеме: логика строения каждого многоклеточного организма требует, чтобы он был составной частью цикла, в котором с необходимостью существует одноклеточная стадия.

Именно на стадии одноклеточной репродуктивной фазы многоклеточного организма происходят изменения, передающиеся в поколениях. Поэтому не существует принципиальных отличий между путями становления наследственных линий у одно- и многоклеточных организмов. Иначе говоря, жизненный цикл многоклеточного организма представляет собой единство, в котором онтогенез заключается в переходе от одноклеточного к многоклеточному состоянию, но репродукция и репродуктивные изменения происходят на одноклеточной стадии.

Все известные многоклеточные организмы представляют собой искусные вариации на одну и ту же тему: клеточная организация и построение филогении. Каждая многоклеточная особь представляет собой тщательно подготовленный этап в онтогенезе наследственного ряда, тогда как его изменения продолжают происходить на клеточном уровне. В этом отношении многоклеточность не вносит ничего принципиально нового. Новизна состоит в том, что многоклеточность делает возможным возникновение множества различных классов особей, поскольку становятся возможными многочисленные наследственные линии, использующие разнообразные способы сохранения онтогенетической структурной связи в окружающей среде. Неисчерпаемое разнообразие живых существ на Земле, включая нас с Вами, обусловлено появлением многоклеточного варианта в рамках клеточных наследственных рядов.

Вместе с тем следует заметить, что половое размножение многоклеточных организмов не изменяет основную характеристику репродукции, с которой мы познакомились в предыдущей главе. Действительно, половое размножение требует, чтобы одна из клеток многоклеточного организма стала дополнительно обладать независимой операциональной динамикой (как сперматозоид) и слилась с другой клеткой другого организма того же класса, образуя зиготу, т. е. одноклеточную фазу этого же организма. Существуют также многоклеточные организмы, которые размножаются не только половым путем, но и простым делением, или исключительно делением. В этом случае единством, изменяющимся в чреде поколений, является не клетка, а

весь организм.

Последствия полового размножения наглядно проявляются в возникающей в результате него богатой структурной рекомбинации. Половое размножение, с одной стороны, делает возможным скрещивание репродуктивных линий, а с другой — резко увеличивает число структурных изменений, возникающих в каждом репродуктивном акте. Таким способом генетика и наследственность обогащаются эффектами, возникающими в результате комбинаций структурных альтернатив, присущих различным группам живых существ. Эффект возрастания изменчивости, который (как будет показано в следующей главе) делает возможным филогенетический дрейф, объясняет, почему половое размножение столь широко распространено среди живых существ: оно способствует разветвлению наследственных линий.

Темп преобразований

Превосходный способ анализа метаклеточных систем и их жизненных циклов заключается в сравнении продолжительности периодов, за которые они совершают свои жизненные циклы, в зависимости от их размеров². Например, на рис. 22а изображен жизненный цикл миксомицета (на рассмотрении которого мы останавливались выше). По одной оси отложено время, за которое завершается каждая стадия, а по другой — размеры, которых организм достигает к соответствующему времени. Так, на формирование плодоносящего тела длиной примерно в 1 см уходит около одного дня. Спора размером в несколько десятков миллионных долей метра формируется примерно за 1 минуту.

Bonner J. T. Size and Cycle. — Princeton, N.Y: Princeton University Press, 1965).

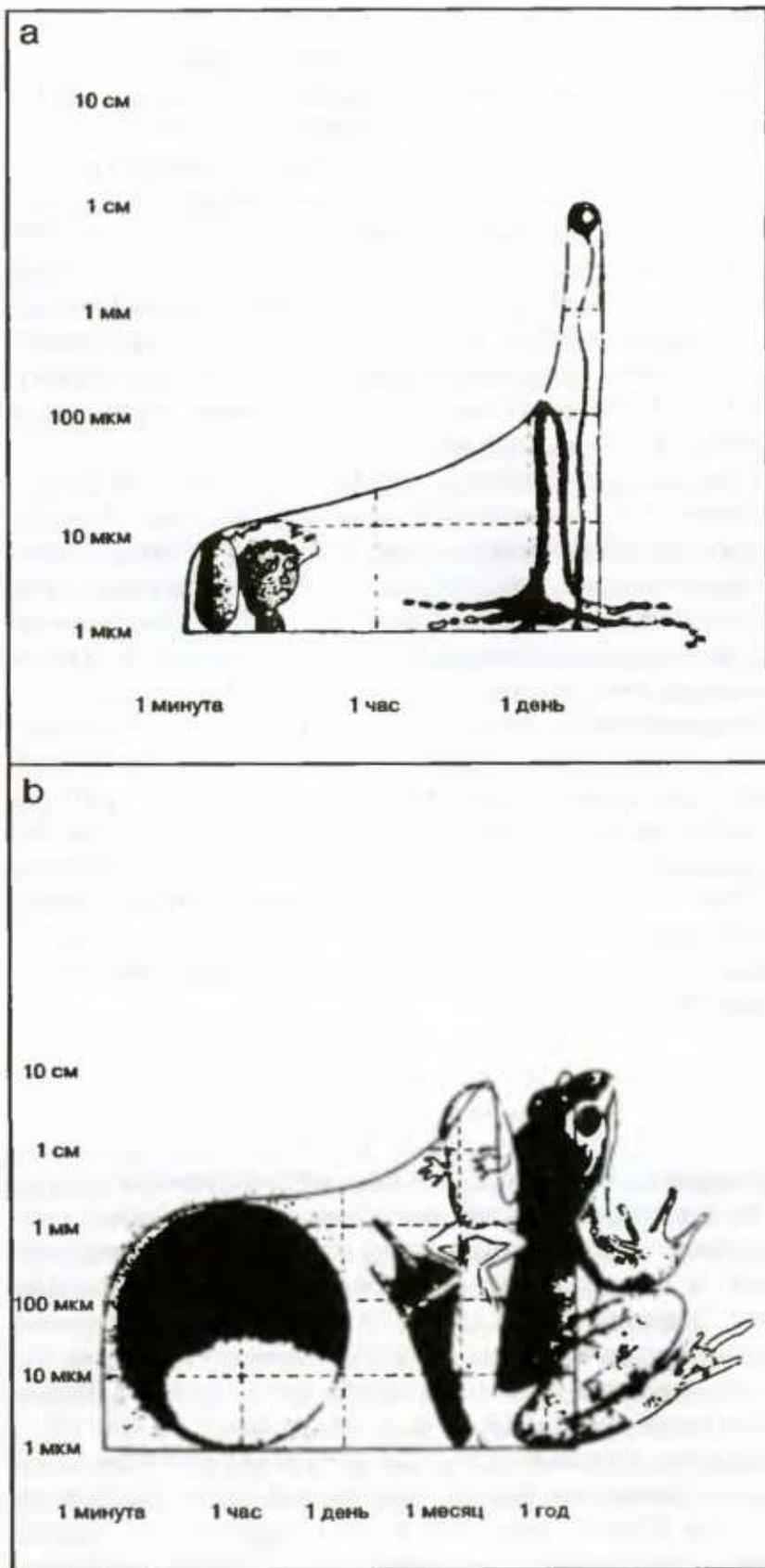
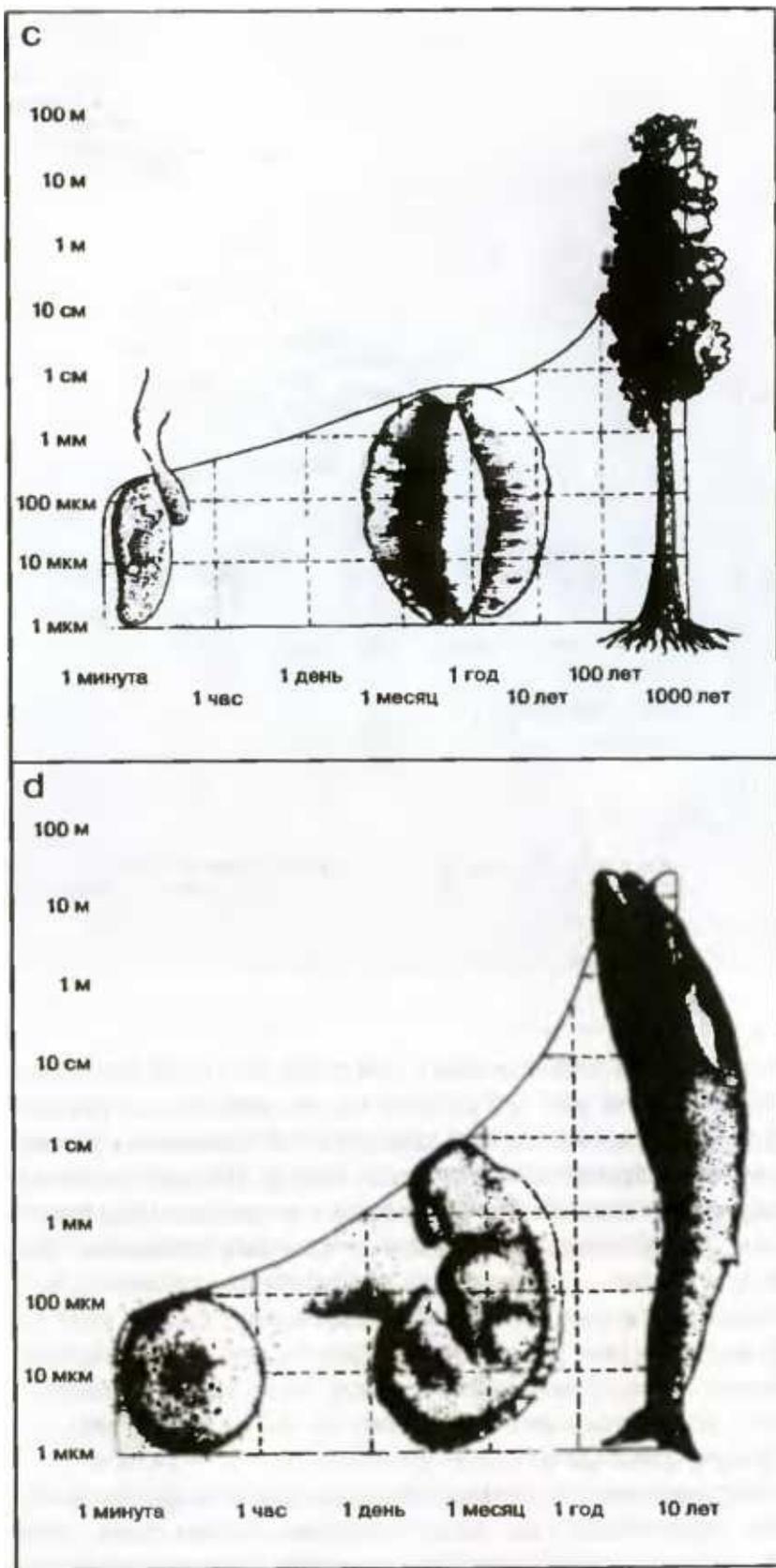


Рис. 22. Примеры зависимости между размером, достигаемым на различных стадиях жизненного цикла четырех организмов, и временем, необходимым для достижения этих стадий



Аналогичная зависимость, на этот раз для лягушки, построена на рис. 22 *Б*. Зигота, из которой затем вырастает взрослая особь, образуется примерно за минуту, в то время как взрослой особи требуется почти год, чтобы вырасти до размеров в несколько сантиметров. То же самое относится и к самому большому дереву в мире — секвойе; за время формирования, составляющее тысячу лет, она вырастает более чем на 90 метров (рис. 22 *с*). Это же можно сказать и относительно самого крупного в мире животного — синего кита, вырастающего за 10 лет до 40 и более метров в длину (рис. 22 *д*).

Независимо от размеров и внешнего вида этапы во всех перечисленных выше случаях всегда

одни и те же: из начальной клетки в процессе клеточного деления и дифференциации формируется индивидуум

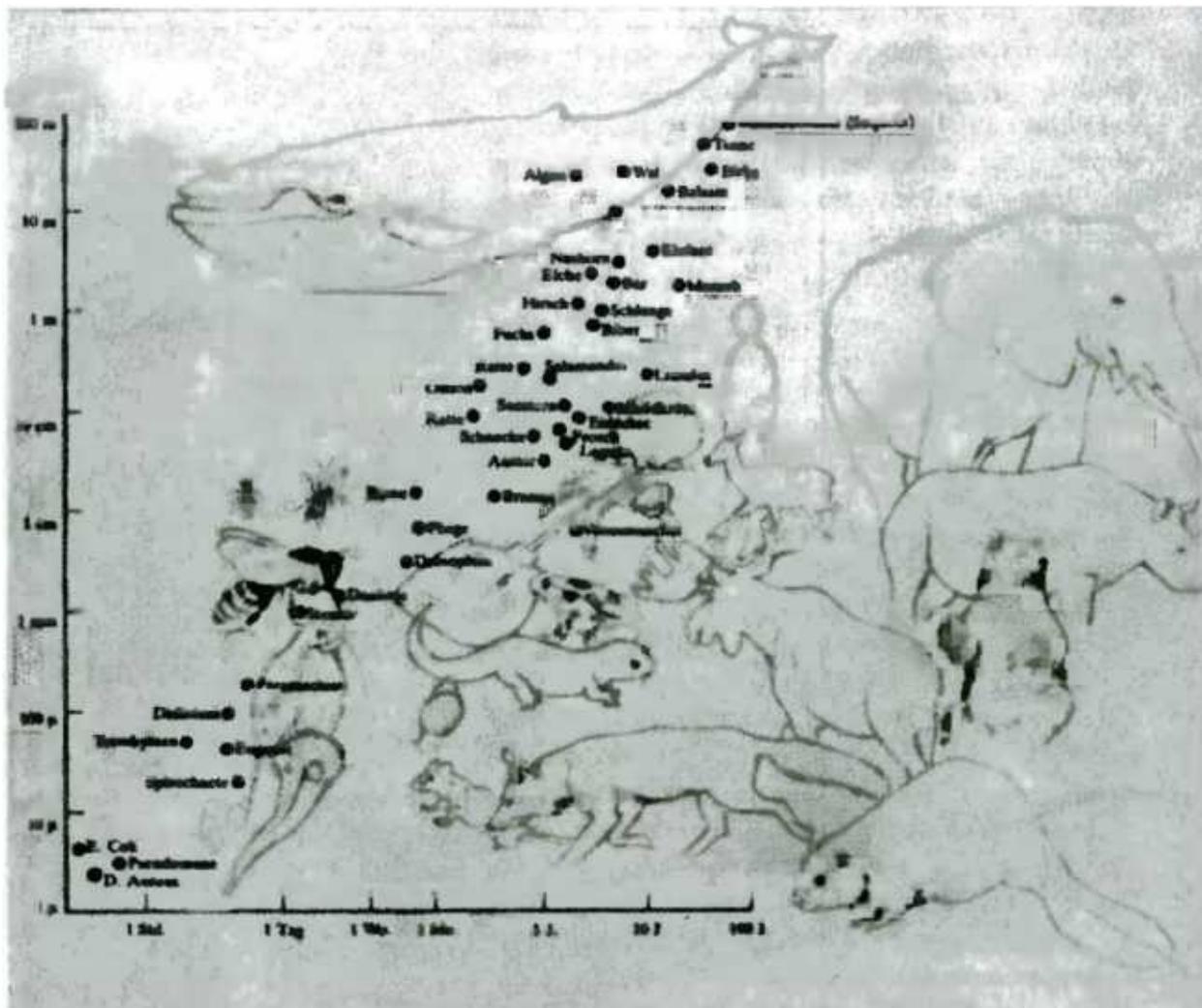


Рис. 23. Время репродукции одноклеточных и многоклеточных организмов второго порядка посредством сопряжения между клетками, образующимися в результате клеточных делений. Возникающая особь претерпевает онтогенез различной длительности и достигает следующей репродуктивной стадии при образовании новой зиготы. Таким образом, репродуктивный цикл является основной единицей, которая одновременно и сохраняется, и трансформируется со временем. Один из способов уяснить себе это заключается в том, чтобы построить график зависимости между временем репродукции и размерами (рис. 23). Бактерия — одноклеточное существо — размножается необычайно быстро. Следовательно, и скорость ее трансформации также высока. Одна из неперменных особенностей образования единств второго порядка путем клеточной агрегации связана с тем, что для клеточного роста и дифференциации необходимо время, поэтому частота смены поколений у многоклеточных гораздо ниже.

Из построенного графика отчетливо видно, что между многоклеточными, как и между клетками, существует очень сильное сходство. Несмотря на их поразительное и заметное разнообразие, у всех сохраняется репродукция на одноклеточной стадии — их главная отличительная черта как биологических систем. Этот общий элемент организации живых существ не мешает их богатейшему разнообразию, поскольку последнее осуществляется в рамках их структурной изменчивости. Однако такое положение дел позволяет нам понять, что вся эта изменчивость есть изменчивость относительно основного типа, которая сводится к разным способам порождения мира разнообразными единствами, обладающими одной и той же

организацией. Иными словами, каждая онтогенетическая вариация приводит к различным способам существования в мире, поскольку именно структура единства определяет его взаимодействие с окружающей средой и миром, в котором оно живет.

Организация метаклеточных

Мы говорим о метаклеточных, когда имеем в виду любое единство, в структуре которого различимы тесно связанные скопления клеток. Метаклеточность присутствует во всех главных царствах органического мира: у монер (прокариотов), протоктистов, животных, растений и грибов. Метаклеточность как структурная возможность существовала в истории живых существ с древнейших времен^[7].

Общее для всех метаклеточных во всех пяти царствах заключается в том, что в качестве компонентов своей структуры они содержат клетки. Именно поэтому мы говорим что метаклеточные являются *ауто-поэзными системами второго порядка*. Но уместно спросить: какова организация метаклеточных? Так как клетки-компоненты могут быть связаны между собой многими различными способами, ясно, что метаклеточные допускают различные типы организации, например, организмы, колонии и сообщества. Но являются ли некоторые метаклеточные аутопоэзными единствами? Иначе говоря, являются ли аутопоэзные системы второго порядка *также* и аутопоэзными системами первого порядка? Является ли плодоносящее тело миксомицета неким аутопоэзным единством? А кит?

Все эти вопросы принадлежат к числу трудных. Мы знаем в мельчайших подробностях, что происходит с клеткой как молекулярным аутопоэзным единством, но как описать в организме компоненты и отношения, делающие организм молекулярной аутопоэзной системой? В случае метаклеточных мы все еще пребываем в неведении относительно молекулярных процессов, благодаря которым метаклеточные формируются как аутопоэзные единства, сравнимые с клетками.

Для целей нашей книги мы оставим открытым вопрос о том, являются или не являются метаклеточные системы аутопоэзными системами первого порядка. Мы можем лишь утверждать, что в своей организации они обладают *операциональной замкнутостью*: их отличительные черты определяются сетью динамических процессов, действие которых не выходит за рамки этой сети. Относительно детальной формы такой организации мы больше не будем ничего говорить, однако это никак не ограничивает те цели, которые мы поставили перед собой в этой книге. Как уже было сказано, какой бы ни была организация метаклеточных, они состоят из аутопоэзных систем первого порядка и, размножаясь посредством клеток, образуют ряды поколений. Этих двух условий достаточно, чтобы мы могли утверждать следующее: все, что происходит в метаклеточных как в автономных единствах, происходит также и с сохранением аутопоэза их клеточных компонентов, равно как и с сохранением их собственной организации. Следовательно, все, что мы намерены сказать, применимо к аутопоэзным системам и первого и второго порядка так что, если нет особой необходимости мы не будем проводить между ними различия

5 Естественный дрейф живых существ



Рис. 24. Чарльз Дарвин

Предыдущие главы позволили нам получить общее представление о трех основных аспектах живых существ. Во-первых, мы узнали, как они устроены как единства, каким образом их тождество определяется их аутопоэзной организацией. Во-вторых, мы установили, как аутопоэзные системы могут последовательно репродуцироваться и тем самым порождать историческую последовательность поколений. И наконец, мы проследили, как многоклеточные организмы, наподобие нас самих, рождаются из взаимодействия клеток, происходящих от единственной клетки, и выяснили, что любой метаклеточный организм как один из элементов жизненных циклов, всегда проходящих через стадию многоклеточности, неизменно представляет собой вариацию на одну и ту же тему.

Все это приводит к онтогенезам живых существ, способных репродуцироваться, и филогениям различных репродуктивных линий, сплетающихся в огромную разветвленную

историческую сеть. Это отчетливо проявляется в окружающем нас органическом мире растений, животных, грибов и водорослей, равно как и в тех различиях, которые мы наблюдаем между нами как человеческими существами и другими организмами. И эта грандиозная сеть исторических трансформаций живых существ лежит в основе их существования как существ исторических. В этой главе мы обсудим некоторые вопросы, возникающие из предыдущих глав, чтобы понять *органическую эволюцию* в общем и целом, так как без адекватного понимания исторических механизмов структурного преобразования невозможно понять феномен познания. Ключ к пониманию того как возникла эволюция, следует искать в свойствах живого, уже отмеченных нами в предыдущих главах, а именно: в нерасторжимой связи между различиями и сходствами на каждой репродуктивной стадии, в стабильности организации и в структурной изменчивости. Поскольку существует сходство, существует и возможность образования исторического ряда, или непрерывной наследственной линии. Поскольку имеются структурные различия, существует возможность исторических вариаций в наследственных линиях. Но, если говорить более определенно, почему одни наследственные линии возникают или процветают, а другие нет? Почему рыба кажется нам столь естественным обитателем водной стихии, а лошадь столь же естественно приспособленной к обитанию на суше? Чтобы ответить на эти вопросы, нам необходимо более тщательно проанализировать, каким образом происходят взаимодействия между живыми существами и окружающей средой.

Структурная детерминация и сопряжение

Онтогенез — это история структурных изменений конкретного живого существа. В этой истории каждое живое существо начинает с некоторой исходной структуры. Эта структура обуславливает направление его взаимодействий и ограничивает структурные изменения, которые могут быть вызваны в нем этими взаимодействиями. В то же время начальная структура рождается в конкретном месте — в среде, образующей то окружение, в котором эта структура возникает и с которым она взаимодействует. Среда, по-видимому, обладает своей собственной структурной динамикой и *операционально отлична* от живого существа. Данное обстоятельство имеет решающее значение. В качестве наблюдателей мы отделили живую систему как единство от фона и охарактеризовали ее как определенную организацию. Тем самым мы разграничили две структуры, которые надлежит считать операционально независимыми: живое существо и окружающую его среду. Между ними с необходимостью существует структурная конгруэнтность (иначе живое существо как единство просто исчезнет). Во взаимодействиях между живым существом и окружающей средой в рамках этой структурной конгруэнтности возмущения окружающей среды не определяют происходящего с живым существом — изменения, происходящие в живом существе, определяет его структура. Это взаимодействие не инструктивно, поскольку оно не диктует, какими должны быть производимые им эффекты. Поэтому мы предпочитаем говорить, что взаимодействие «запускает» тот или иной эффект. Тем самым мы хотим подчеркнуть, что изменения, проистекающие от взаимодействия живого существа и окружающей его среды, хотя вызываются возмущающим агентом, тем не менее *определяются структурой самой возмущенной системы*. То же самое справедливо и относительно окружающей среды: живое существо является источником возмущений, но не директив.

До сих пор читатель мог думать, что все сказанное звучит слишком сложно и присуще только живым существам. В действительности же, как и в случае репродукции, отмеченное нами явление присуще не только живым существам. Оно имеет место при всех взаимодействиях, и если мы не видим его во всей полноте, то в дальнейшем это может стать источником

недоразумений. Поэтому стоит остановиться на этом, чтобы выяснить, что происходит всякий раз, когда мы отделяем единство от окружающей среды, с которой оно взаимодействует

Ключ к пониманию происходящего в действительности прост, как ученые мы можем иметь дело только со *структурно определенными* единствами. Иначе говоря, мы можем рассматривать только системы, все изменения которых определяются их структурой, какой бы она ни была, а структурные изменения обусловлены их собственной динамикой или «запускаются» их взаимодействиями. Действительно, в повседневной жизни мы ведем себя так, словно все объекты, с которыми нам приходится встречаться, — структурно определенные единства. Автомашина, магнитофон, швейная машина, компьютер — все это системы, с которыми мы обращаемся так, словно они определены своей структурой. В противном случае как можно было бы объяснить, почему, обнаружив неисправность, мы пытаемся изменить структуру этих устройств, а не делаем что-нибудь еще? Если мы отжимаем педаль сцепления и автомашина не трогается с места, то нам никогда не придет в голову, что с нашей ногой, отжимающей педаль, что-то не в порядке. Мы предполагаем, что проблема кроется в связи между педалью газа и системой впрыскивания, т. е. в структуре автомашины. Таким образом, поломки в созданных человеком машинах сообщают нам об их эффективном функционировании больше, чем все наши описания этих машин, когда они функционируют нормально. В отсутствие поломок мы резюмируем наше описание, когда говорим, что «проинструктировали?» компьютер, чтобы он выдал нам текущую информацию о состоянии нашего банковского счета.

Такое повседневное отношение (в науке оно приобретает лишь более систематический и явный характер благодаря неукоснительному применению критерия обоснованности научных утверждений) адекватно не только для искусственных систем, но и для живых существ и социальных систем. В противном случае мы никогда не обращались бы к врачу, почувствовав недомогание, и не заменяли бы менеджера компании в тех случаях, когда его деятельность не оправдывает наших надежд. Мы можем предпочесть оставить без объяснений многие явления из нашего человеческого опыта, но если мы хотим объяснить их научно то нам необходимо рассматривать явления, подлежащие объяснению, как структурно определенные.

Все сказанное станет более ясным, если мы выделим четыре области (класса), определяемых структурой единства. а. *Область изменений состояния*, все структурные изменения которые может претерпеть единство без изменения своей организации, тес сохранением признаков класса. б. *Область деструктивных изменений*, все структурные изменения, которые может претерпеть единство с утерей организации и, следовательно, с утерей признаков класса. с. *Область возмущений*: все взаимодействия, которые запускают изменения состояния. д. *Область деструктивных взаимодействий*: все возмущения, которые приводят к деструктивному изменению.

Мы все вполне разумно полагаем, что пуля, попавшая в человека с расстояния прямого выстрела, вызовет в нем разрушительные изменения, определяемые его структурой. Однако, как все мы прекрасно знаем, в структуре вампира та же самая пуля вызовет лишь незначительное возмущение: чтобы вампир претерпел деструктивные изменения, ему в сердце необходимо вогнать осиновый кол. Еще один пример: легковая автомашина, врезавшись в дерево, претерпит деструктивное взаимодействие, тогда как для танка такой эпизод стал бы всего лишь незначительным возмущением (рис. 25).

Заметим, что в структурно определенной динамической системе, поскольку ее структура находится в непрерывном изменении, структурные области также изменяются хотя в каждый момент они определяются своей текущей структурой. Это непрерывное изменение структурных областей и есть то, что присуще онтогенезу каждого динамического единства, будь то магнитофон или леопард.

До тех пор, пока единство не вступает в деструктивное взаимодействие с окружающей средой, мы как

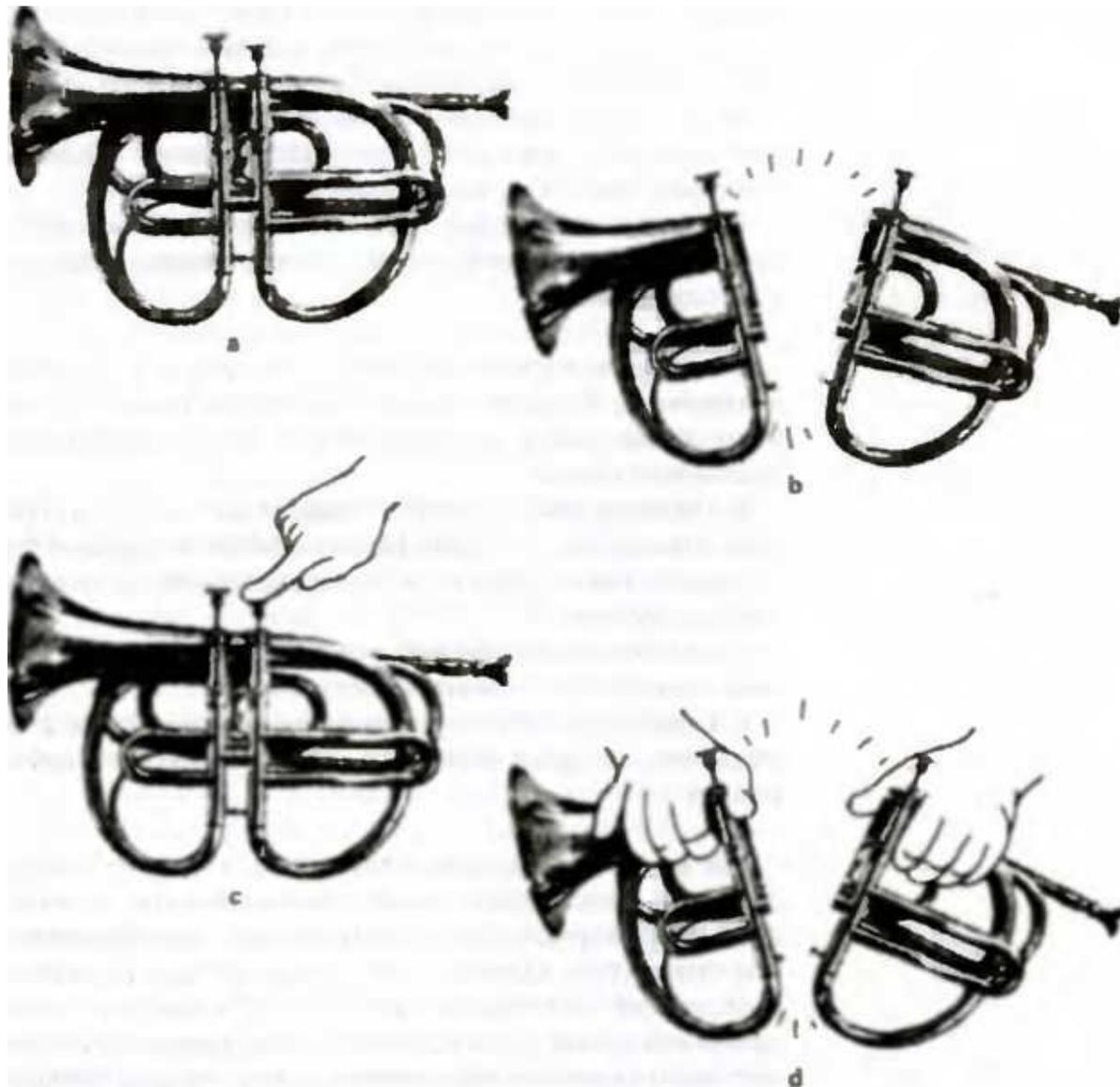


Рис. 25. У трубы, как и у любого другого единства, есть четыре структурные области: (а) область изменения состояния, (в) область деструктивных изменений, (с) область возмущений и (d) область деструктивных взаимодействий наблюдателя с необходимостью должны видеть совместимость или соответствие между структурой окружающей среды и структурой этого единства. До тех пор, пока такая совместимость существует, окружающая среда и единство действуют как источники взаимных возмущений, инициирующих изменения состояния. Мы назвали этот непрерывный процесс «структурным сопряжением». Например, в истории структурного сопряжения между рядами поколений автомашин и городов и те и другие претерпевают драматические изменения, которые в каждом случае являются выражением собственной структурной динамики одной стороны при селективных взаимодействиях с другой стороной.

Все сказанное выше верно для любой системы; следовательно, оно справедливо и для живых существ. Живые существа не уникальны ни своей детерминированностью, ни структурным сопряжением. Их отличительная особенность заключается в том, что структурная детерминация и сопряжение происходят у них на основе неизменного сохранения определяющего их аутопоэза как первого, так и второго порядка, равно как и в том, что все у них подчинено такому сохранению. Например, даже аутопоэз клеток, образующих метаклеточную систему, подчинен ее аутопоэзу как аутопоэзной системе второго порядка. Поэтому любое структурное изменение,

происходящее в живом существе, с необходимостью ограничено сохранением аутопоэза этого существа. Те взаимодействия, которые вызывают в живом существе структурные изменения совместимые с сохранением его аутопоэза, принадлежат к возмущениям, тогда как те, которые инициируют изменения, не совместимые с таким сохранением, принадлежат к деструктивным взаимодействиям. Непрерывное структурное изменение живых существ с сохранением их аутопоэза происходит в каждый момент времени, постоянно, многими способами одновременно. В нем — биение самой жизни.

В связи с этим интересно отметить одно обстоятельство: когда мы как наблюдатели говорим о том, что происходит с организмом в каком-то конкретном взаимодействии, то оказываемся в весьма необычной ситуации. С одной стороны, мы имеем доступ к структуре окружающей среды, а с другой — к структуре организма и можем рассматривать многочисленные варианты изменения окружающей среды и организма, которые могли бы произойти при их столкновении, если бы взаимодействия при этом отличались от тех, которые имеют место в действительности. Таким образом, мы получаем возможность представить себе, каким был бы мир, если бы Клеопатра была не красавицей, а уродом, или если говорить более серьезно, каким был бы мальчик, просящий милостыню, если бы с раннего детства он нормально питался. С этой точки зрения происходящие в аутопоэзном единстве структурные изменения представляются «отобранными» окружающей средой путем непрерывной цепи взаимодействий. Следовательно, окружающую среду можно рассматривать как постоянно действующего «селекционера», отбирающего структурные изменения, которые организм претерпевает в процессе онтогенеза.

Онтогенез и отбор

Совершенно то же самое можно сказать и об окружающей среде. Так, взаимодействующие с ней организмы действуют как «селекционеры» ее структурных изменений. Например, то, что на протяжении первого миллиона лет после появления живых существ клетки из всех возможных газов способствовали распространению кислорода привело к существенным изменениям в атмосфере Земли, которым мы в большой степени обязаны нынешним существованием на нашей планете кислорода. В свою очередь, присутствие кислорода в атмосфере могло способствовать отбору тех структурных вариантов живых существ, у которых в процессе филогении закрепились функциональные формы, способные к кислородному дыханию. Структурное сопряжение всегда взаимно; преобразования претерпевают и организм, и окружающая среда.

Структурное сопряжение между организмом и окружающей средой — это сопряжение между операционально независимыми системами. Если мы сосредоточим внимание на проблеме сохранения организмов как динамических систем в окружающей среде, то у нас создастся впечатление, будто основную роль в этом сохранении играет совместимость организмов с окружающей средой, которую мы называем адаптацией. Но всякий раз, когда мы наблюдаем деструктивное взаимодействие между живым существом и окружающей средой и живое существо как аутопоэзная система гибнет, мы видим, что гибнущая живая система утрачивает способность к адаптации. Следовательно, адаптация единства к окружающей среде есть необходимое следствие его структурного сопряжения с окружающей средой, и это не удивительно. Иначе говоря, всякий онтогенез как индивидуальная история структурного изменения представляет собой структурный дрейф, происходящий с сохранением организации и адаптации.

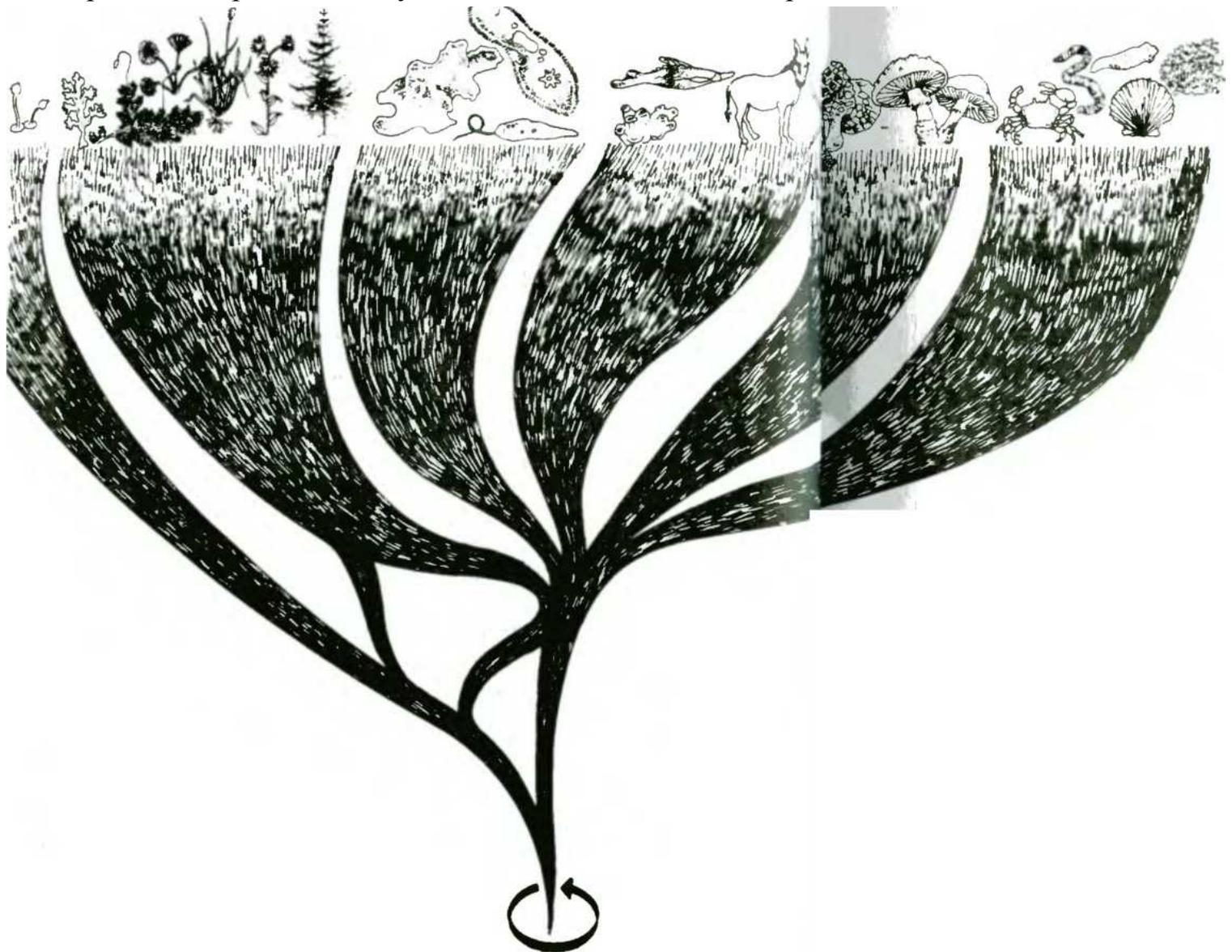
Повторим еще раз: сохранение аутопоэза и сохранение адаптации — необходимые условия существования живых существ; онтогенетическое структурное изменение живого существа в окружающей среде всегда происходит как структурный дрейф, конгруэнтный структурному

дрейфу окружающей среды. Наблюдателю такой дрейф представляется «отобранным» окружающей средой на протяжении всей истории существования организма.

ФИЛОГЕНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ

Теперь мы уже располагаем всеми элементами, необходимыми для понимания сложной истории трансформаций живых существ с момента их появления. И теперь мы можем ответить на вопросы, поставленные в начале этой главы. Внимательный читатель уже понял,

Рис. 26. Основные пути органической эволюции, от первых прокариот до современных форм во всем их разнообразии — одноклеточных, растений, животных и грибов, возникших в результате разделения и пересечения в процессе симбиоза бесчисленного множества поколений первичных живых существ что прежде чем с головой уходить в рассмотрение интересующего нас феномена, мы исследуем под концептуальным микроскопом все, что происходит в истории индивидуальных взаимодействий. Ведь если мы будем знать, как протекает интересующее нас явление *в каждом конкретном случае*, и примем во внимание, что на каждой репродуктивной стадии существуют вариации то сможем сжать миллионы лет и увидеть результаты большого (очень большого!) числа повторений одного и того же феномена индивидуального онтогенеза с последующим репродуктивным изменением. На рис. 26 представлена во всем великолепии общая картина истории живых существ от начала до нашего времени.



В целом схема напоминает дерево и поэтому называется филогенетическим деревом жизни

Филогения есть не что иное, как последовательность органических форм в том порядке, в котором эти формы порождались репродуктивными отношениями. Изменения, происходящие в процессе филогении, составляют филогенетическое, или эволюционное, изменение.

Например, на рис. 27 изображен дрейф конкретной группы многоклеточных — вымерших морских позвоночных, известных под названием «трилобиты». Вариации на каждой репродуктивной стадии в одноклеточной фазе этих животных привели к огромному разнообразию типов внутри группы (что можно проследить в каждый момент истории трилобитов). Каждый из вариантов (каждая из вариаций главной темы) сопряжен с окружающей средой. На протяжении долгого времени существования трилобитов на Земле произошли сильнейшие геологические преобразования; достаточно вспомнить об одном из них, происшедшем около 200 миллионов лет назад в конце так называемого триасового периода. Палеонтологическая летопись свидетельствует о том, что именно тогда оборвалось

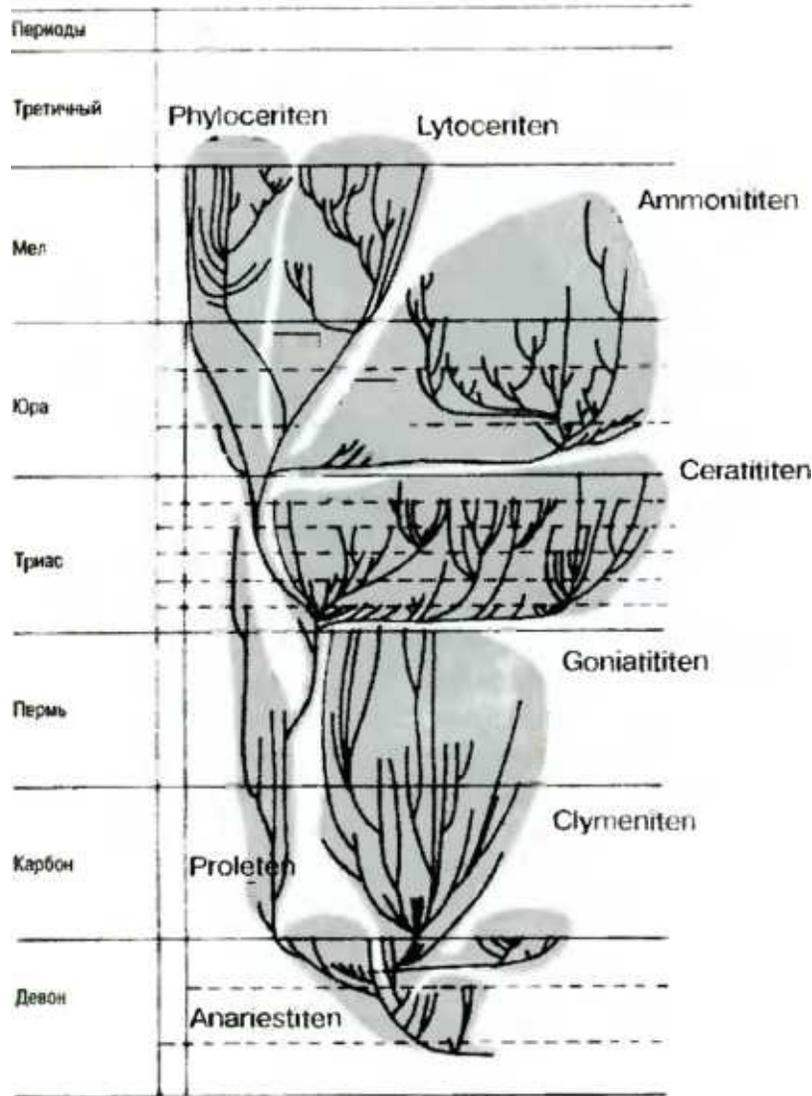


Рис. 27 Распространение и вымирание линий в группе трилобитов — животных, существовавших от 300 до 500 миллионов лет назад большинство наследственных линий трилобитов. Иначе говоря, структурные вариации в наследственных линиях трилобитов не оказались взаимодополняющими (комплементарными) по отношению к современным им структурным вариациям окружающей среды. Следовательно, организмы, которые образовали эти наследственные линии, не сохранили адаптации, не произвели потомства, и наследственные линии оборвались. Те же линии в которых этого не произошло, просуществовали на много миллионов лет дольше но в конце концов повторные резкие изменения в окружающей среде

привели к полному исчезновению всех наследственных линий трилобитов, поскольку их члены утратили адаптацию.

Изучение ископаемых остатков и палеонтология позволяют нам реконструировать истории аналогичные истории трилобитов, для любой из известных ныне разновидностей животных и растений. В структурной истории живых существ нет ни одного случая, когда бы не выяснилось, что каждая наследственная линия представляет собой частный пример вариации на основную тему — при непрерывной последовательности репродуктивных изменений с сохранением аутопоэза и адаптации.

Заметим, что в данном случае, как и во всех других случаях, отчетливо видно, что существует множество структурных вариаций, способных производить индивидуумов, которые могут выжить в данной окружающей среде. Как было показано ранее, все такие вариации в равной степени адаптивны. Они способны обеспечить продолжение наследственных линий, к которым принадлежат, в конкретной окружающей среде, независимо от того изменяется ли она или не изменяется, по крайней мере на протяжении нескольких тысяч лет. Но этот же пример показывает, что различные наследственные линии, создаваемые разнообразными структурными вариациями, отличаются имеющимися у них возможностями непрерывного поддержания своего вклада в групповое разнообразие в изменяющейся окружающей среде. Мы видим это, оглядываясь назад: существуют исчезающие наследственные линии; это означает, что присущие им структурные конфигурации не позволяют сохранить организацию и адаптацию, необходимые для продолжения их существования. В процессе органической эволюции все возможно, если выполняется обязательное условие онтогенеза — наличествует репродукция. Репродукция есть необходимость; в противном случае неизбежно происходит вымирание. В дальнейшем мы увидим, сколь важную роль играют эти условия в когнитивной истории живых существ.

Естественный дрейф

Посмотрим на чудесное древо органической эволюции, опираясь на следующую аналогию. Представьте себе холм с остроконечной вершиной. Вообразите, будто вы находитесь на вершине и скатываете оттуда капли воды, одну за другой, всегда в одном и том же направлении, хотя (из-за механики ваших действий) они начинают свое движение по-разному. Представим себе, что каждая скатывающаяся капля оставляет след — своеобразную запись своего спуска по склону.

Ясно, что при многократном повторении эксперимента мы будем получать слегка различные результаты. Одни капли будут скатываться прямо вниз, другие будут встречать на своем пути преграды и по-разному огибать их — из-за небольших различий в массе или начальном импульсе. Ветер может слегка меняться и вынуждать капли отклоняться от первоначального направления или двигаться по извилистой линии, кроме того, следы от предыдущих капель, оставшиеся на поверхности, сделают ее неоднородной, и так до бесконечности.

Представим себе, что мы провели серию таких экспериментов, проследив путь каждой капли, и прочертили на склоне холма все траектории так, будто все капли пущены разом. Мы получим картину, напоминающую ту, которая изображена на рис. 28.

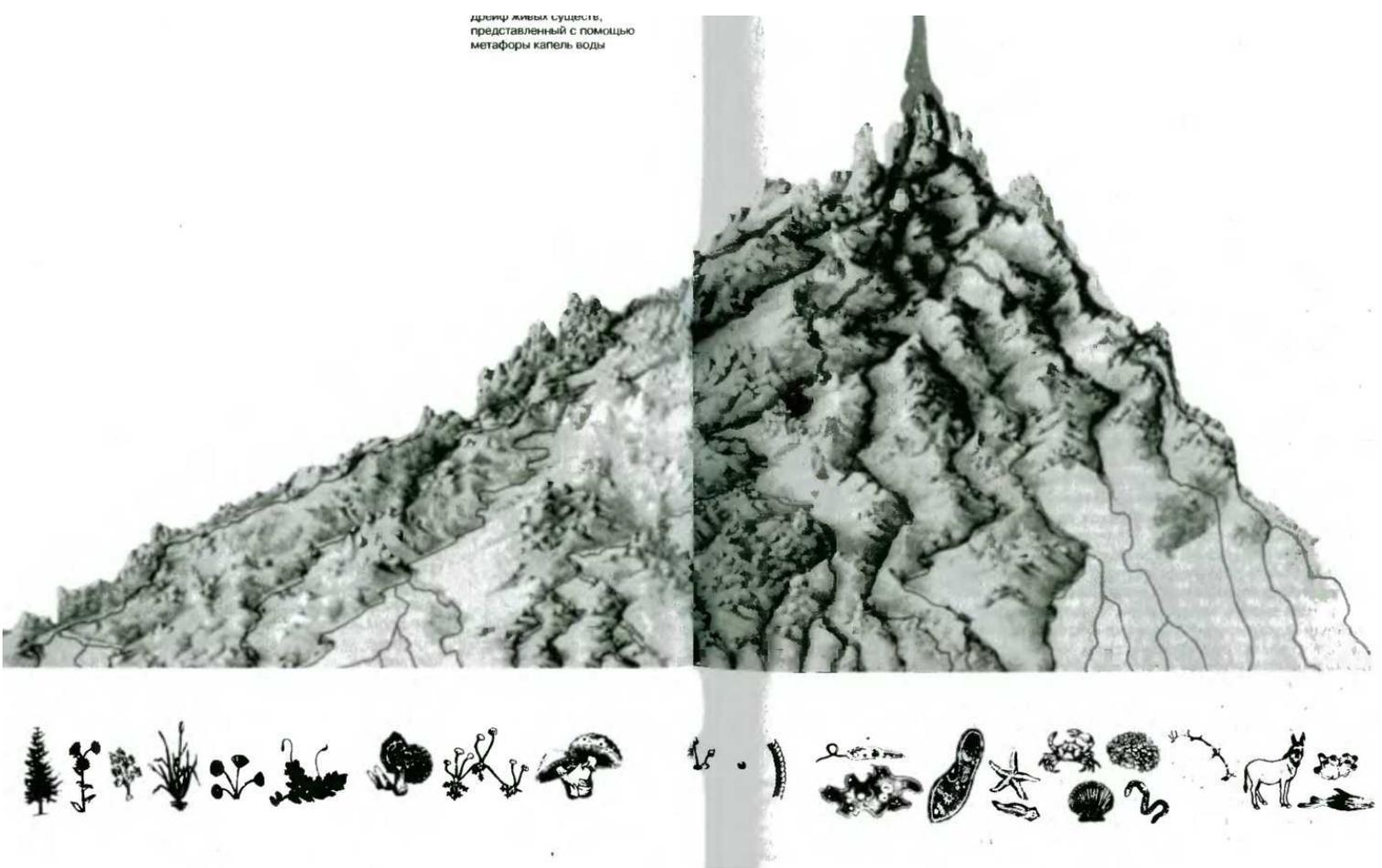
На ней адекватно представлены траектории многочисленных естественных дрейфов капель воды по склону холма — результат различных отдельных вариантов взаимодействия с неровностями почвы, ветром и т. д. Аналогия с живыми существами очевидна. Вершина и выбранное начальное направление эквивалентны обыкновенному анцестральному организму, порождающему потомков с легкими структурными изменениями. Многократное повторение эквивалентно многим наследственным линиям, берущим начало от этих потомков. Разумеется, холм олицетворяет среду, окружающую живые существа. На протяжении истории она

изменяется отчасти независимо оттого, каким образом развиваются живые существа, а отчасти зависимо от них, что в нашей модели соответствует уменьшению высоты. В то же время непрерывное скатывание водяных капель по склону холма при неизменном сохранении убыли потенциальной энергии мы связываем с сохранением адаптации. В нашей аналогии мы опустили репродуктивные стадии, поскольку в наши намерения входило представить развертывание наследственных линий, а не их формирование.

Приведенная аналогия показывает, что естественный дрейф происходит только по тем направлениям, которые возможны в каждый момент, часто без больших вариаций во внешнем виде организмов (фенотипе) и с многочисленными разветвлениями в зависимости от того, какого рода отношения между организмом и окружающей средой сохраняются. Организмы и окружающая среда изменяются независимо: организмы — на каждой репродуктивной стадии, окружающая среда — в соответствии с различными динамическими процессами. На пересечении изменчивостей организма и окружающей среды появляются фенотипическая стабилизация и увеличение разнообразия — в результате все того же процесса сохранения адаптации, а также ауто-поэз, причем результат зависит от того, когда происходит пересечение: стабилизация возникает, когда окружающая среда изменяется медленно, увеличение разнообразия и распространение — когда изменение окружающей среды происходит резко. Таким образом, постоянство и изменчивость наследственных линий зависят от взаимодействия исторических условий, при которых живут организмы, и свойств, присущих им как индивидуумам. По этой причине при естественном дрейфе живых существ возникнет немало удивительных форм, многие из которых вымрут, но целого ряда теоретически всевозможных форм мы вообще никогда не увидим.

Если мы посмотрим на траектории естественного дрейфа сверху, перед нами предстанет иная картина. Первичная форма окажется в центре, а от нее во все стороны будут отходить наследственные линии, наподобие ветвей, расходящихся от ствола и простирающихся до тех пор, покуда принадлежащие этим ветвям организмы продолжают дифференцироваться от первоначальной формы (рис. 29).

При таком подходе отчетливо видно, что большинство наследственных линий живых существ, которых мы наблюдаем в настоящее время, в самом главном сходны с первыми аутопоэзными единствами, такими, как бактерии или сине-зеленые водоросли. Все эти наследственные линии имеют эквивалентные истории, берущие начало в центральной точке. Некоторые траектории удаляются от центра, образуя разнообразие многоклеточных существ. Часть из них удаляются еще сильнее, чтобы дать высших позвоночных: птиц и млекопитающих. Как и в аналогии с каплями стекающей воды, при достаточном числе случаев и при наличии достаточно большого времени могут возникнуть многочисленные наследственные линии, простирающиеся весьма далеко. Некоторые из этих линий обрываются, поскольку настает момент, как это было отмечено в случае трилобитов, когда порождаемое репродуктивное разнообразие становится несоизмеримым с изменением окружающей среды, и способность сохранять адаптацию исчезает, так как организмы уже не способны к репродукции в данной окружающей среде.



В системе биологических наследственных линий имеется немало траекторий, просуществовавших миллионы лет с весьма немногочисленными вариациями относительно основной формы, множество траекторий, породивших новые формы, и, наконец, многочисленные траектории, которые оборвались, не оставив после себя ни одной ветви, дожившей до настоящего времени. Но во всех этих случаях наследственные линии, откуда они существуют формируются под действием филогенетических дрейфов, в которых сохраняются организация и адаптация организмов. Кроме того, эволюционный путь различных наследственных линий определяется не вариациями в окружающей среде, которые может видеть наблюдатель, а направлением на сохранение структурной сопряженности организмов в их собственной окружающей среде (нише), которую они определяют и вариации которой могут быть не замечены наблюдателем. Кто может наблюдать мельчайшие изменения силы ветра, почвы или электростатических зарядов, которые могут вызывать изменения траекторий каплей воды, изображенных на рис. 29? Физик в отчаянии опускает руки и толкует лишь о случайных флуктуациях. Тем не менее он знает, что в основе любой наблюдаемой ситуации лежат детерминированные процессы. Иначе говоря, физику известно, что для описания того, что происходит с каплями воды, ему необходим детерминистский, практически недостижимый протокол, который все же можно проигнорировать, заменив вероятностным описанием. Такое описание предсказывает класс явлений, которые могут произойти, но необязательно происходят в данном конкретном случае.

Пытаясь понять феномен эволюции, биолог оказывается в аналогичной ситуации. Но интересующие биолога явления управляются законами, весьма отличными от тех, которые управляют физическими явлениями, в чем мы могли убедиться, когда рассматривали сохранение тождества и адаптации. Например биолог легко может описать важнейшие линии эволюции в истории живых существ, линии, базирующиеся на структурном сопряжении живых существ с изменяющейся окружающей средой (таковы, например, изменения окружающей среды, о

которых мы упоминали, когда речь шла о трилобитах). Но и биолог в отчаянии опускает руки, когда пытается объяснить детально трансформации какой-нибудь группы животных. Для этого биологу пришлось бы реконструировать не только все вариации окружающей среды, но и то, каким именно способом данная группа компенсировала флуктуации в соответствии с уровнем ее собственной структурной пластичности. Короче говоря, мы вынуждены описывать каждый конкретный случай как результирующую

Рис. 29. Естественный Дрейф живых существ. Степень сложности организмов возрастает по мере удаления от общего предка.



Как было сказано, любое живое существо до тех пор, пока не погибнет, адаптируется к окружающей среде, и поэтому его состояние адаптации есть инвариант, т. е. сохраняется неизменным. Утверждалось также, что в этом смысле все живые существа, покуда они живы, остаются одними и теми же. Однако нам часто приходится слышать, что все существа более или менее адаптировались или оказались адаптированными в результате своей эволюции.

Подобно многим описаниям биологической эволюции, которые мы почерпнули из школьных учебников, описание адаптации как переменной {в свете того, что было сказано выше) неадекватно. В лучшем случае наблюдатель может ввести некий масштаб для сравнения или референтного соотнесения, что сделает возможным сравнение и позволит говорить об эффективности реализации той или иной функции. Например, можно было бы измерить эффективность потребления кислорода у различных групп водных животных и показать, что некоторые организмы потребляют меньше кислорода при условиях, требующих одинаковых усилий. Можно ли сказать, что организмы, потребляющие меньше кислорода, отличаются большей эффективностью и лучше приспособились⁹ Заведомо нет, поскольку, покуда они живы, все организмы удовлетворяют требованиям непрерывного онтогенеза. Что же касается сравнения их эффективности, то такие описания не связаны напрямую с тем, что происходит в отдельных историях сохранения адаптации случайных вариаций, так как мы можем только *a posteriori* сказать, каким образом происходила трансформация группы. Точно так же мы наблюдали бы за дрейфующей лодкой, движения которой зависят от изменений силы и направления ветра и волн, уловить которые мы не можем.



Рис. 30. Различные способы плавания

Эволюция: естественный дрейф

Чтобы понять нашу книгу, важно иметь в виду, что сказанное нами относительно органической эволюции достаточно для понимания основных особенностей явления исторической трансформации живых существ. Проследивать же детали механизмов, лежащих в основе такой трансформации, нет необходимости.

Например, мы лишь бегло коснулись того, какое научное объяснение современная популяционная генетика дает некоторым аспектам явления, названного Дарвином «изменение через наследование»¹. Аналогичным образом, мы не останавливались на том вкладе, который внесло изучение ископаемых в детальное знание эволюционных превращений многих видов.

На самом деле, мы не располагаем единой картиной того, как происходит эволюция живых организмов во всех ее аспектах. Существует ряд научных школ, которые всерьез ставят под сомнения понимание эволюции посредством естественного отбора; такая точка зрения была распространена в биологии на протяжении более чем шестидесяти лет. Но какие бы новые идеи относительно эволюционных механизмов ни появлялись, они не могут игнорировать существование самого феномена эволюции. В то же время эти идеи позволяют нам избавиться от широко распространенной точки зрения на эволюцию как на процесс последовательной, все

более совершенной адаптации живых организмов к окружающей среде путем оптимизации ее использования. Мы предлагаем иное понимание: эволюция происходит в процессе структурно*го дрейфа при непрекращающемся филогенетическом отборе. В таком процессе нет прогресса или оптимизации в использовании окружающей среды, но только сохранение адаптации и аутопоэза. Это процесс, в котором организм и окружающая среда остаются в постоянном структурном сопряжении

Таким образом, мы можем сказать, что одна из наиболее интересных особенностей эволюции заключается в том, каким образом внутренняя согласованность, или когерентность, группы живых существ компенсирует конкретное возмущение. Например если происходит существенное изменение температуры на Земле, то продолжить свою филогению смогут только те организмы, которые способны выжить в новых диапазонах температур. Но компенсировать температурные изменения можно многими способами: отрастив густой мех, изменив скорость обмена веществ, совершая массовые миграции и т. д. В каждом случае мы видим, что адаптация к холоду требует перестройки *всего* организма: например, более густой мех с необходимостью приводит к коррелятивным изменениям не только волосяного покрова и мышц, но и способов распознавания живыми одной группы друг друга, а также механизмов регуляции мышечного тонуса при движении. Иначе говоря, поскольку любая аутопозная система представляет собой единство многочисленных взаимозависимостей, при изменении одного параметра системы весь организм одновременно претерпевает коррелятивные изменения по многим параметрам. Вместе с тем ясно, что такие коррелятивные изменения хотя и кажутся нам связанными с изменениями в окружающей среде, в действительности возникают не из-за них, а берут начало в структурном дрейфе, который происходит при «столкновениях» между операционально независимыми организмом и окружающей средой. Поскольку нам известны не все факторы, обуславливающие такие «столкновения», структурный дрейф представляется нам случайным процессом. В том, что это не так, мы убедимся при изучении того, как когерентное целое, образующее организм, претерпевает структурные изменения.

Итак, подведем итоги. Эволюция представляет собой *естественный дрейф*, продукт сохранения аутопоэза и адаптации. Как и в случае с каплями воды, для возникновения разнообразия форм и дополненности, или комплементарное™, между организмом и окружающей средой не нужна внешняя направляющая сила. Она также не требуется ни для объяснения направленности наследственных изменений, ни для понимания того, как произошла оптимизация какого-нибудь конкретного свойства живых существ. Эволюция чем-то напоминает скульптора с неутолимой страстью к странствиям: бродя по свету, он подбирает то веревочку, то обрезок жести или обрубков дерева, а потом сооружает из своих находок некую конструкцию, объединяя их так, как позволяют структура находок и обстоятельства, лишь по одной единственной причине, которая заключается в том, что их можно объединить. И в результате таких странствий на свет появляются великолепнейшие формы; они состоят из гармонично взаимосвязанных частей, которые являются продуктом не тщательно продуманного плана, а естественного дрейфа. Именно так, по велению единственного закона — сохранения тождества и способности к репродукции — появились на свет все мы. Именно это и связывает нас в самом главном со всеми существами: с пятилепестковой розой, с креветкой в водах бухты или со служащим в Нью-Йорк Сити.

6. Сфера поведения

Рис. 31 Орангутан, отнимающий мышь у кошки



Встречая профессионального предсказателя судьбы, обещающего с помощью своего искусства приоткрыть перед нами завесу будущего, мы обычно испытываем смешанные чувства. С одной стороны, мысль о том, что некто может заглянуть в наше будущее, разглядывая наши ладони и опираясь на predeterminedness, скрытую от нас, но легко дешифруемую им, кажется нам привлекательной. С другой стороны идея, что мы существа детерминированные, объяснимые и предсказуемые, вызывает у нас внутреннее сопротивление. Мы лелеем нашу свободу воли и хотим оставаться за пределами детерминизма. Вместе с тем мы хотели бы обрести лекаря, который бы врачевал наши недуги, рассматривая нас как структурно детерминированные системы. О чем это говорит? Какое отношение существует между нашим

организмом и нашим поведением? Ответы на эти вопросы и составляют содержание этой и последующих глав Начнем с того, что более подробно обсудим, что мы понимаем под поведенческой областью во всем ее объеме.

Предсказуемость и нервная система

Как мы уже видели, прийти к научному объяснению мы можем только в том случае, если станем трактовать рассматриваемое явление как результат функционирования структурно детерминированной системы Весь приведенный нами до сих пор анализ окружающего мира и живых существ был изложен в детерминистических терминах При таком подходе Вселенная становится постигаемой, и живые существа возникают в ней спонтанно и естественно.

Теперь нам необходимо провести очень четкое различие между детерминизмом и предсказуемостью. О предсказуемости мы говорим всякий раз, когда рассматриваем текущее состояние какой-нибудь системы и на основании этого и исходя из структурной динамики системы говорим, каким будет ее последующее состояние, доступное наблюдению Таким образом, предсказание описывает, что, по нашим как наблюдателей ожиданиям, должно случиться.

Из этого ясно что предсказание возможно не всегда, и утверждать, что система структурно детерминированна, — не то же самое, что утверждать ее полную предсказуемость. Это объясняется тем, что мы как наблюдатели можем оказаться не в состоянии понять, что именно нам необходимо знать о функционировании данной системы, чтобы предсказать ее поведение. Например, никто не сомневается в том, что облака и ветер слепо подчиняются некоторым простым принципам движения и преобразования. Поскольку знать все параметры, от которых зависят движение и преобразование облаков и ветра, вряд ли возможно современная метеорология лишь отчасти может считаться предсказательной наукой. В этом случае ограничения наших предсказательных способностей проистекают из нашей неспособности произвести полноценные наблюдения. В других случаях наша неспособность делать предсказания имеет совершенно иную природу. В частности существуют явления, например, турбулентность, о которых мы не знаем ничего, что помогло бы нам вообразить детальную детерминистическую систему, способную эти явления вызвать В подобных случаях наша предсказательная ограниченность обнажает нашу концептуальную ограниченность Наконец, существуют системы, которые изменяют свое состояние в результате самого процесса наблюдения; любая попытка наблюдателя предсказать ход их структурных изменений выводит такие системы из сферы, доступной предсказаниям.

Иначе говоря, когда мы имеем дело с необходимым и неизбежным, мы открываем в себе способность делать реалистические («сбывающиеся») предсказания. Когда же мы сталкиваемся с чем-то, что кажется нам случайным выясняется, что мы как наблюдатели не умеем дать такому явлению научное объяснение.

Особенно важно помнить об этом, когда мы изучаем онтогенез обладающих нервной системой многоклеточных организмов, которых мы считаем наделенными обширной и богатой поведенческой областью Ведь еще до того, как мы объясним, что именно понимаем под нервной системой, можно быть уверенным в том, что эта система как часть организма должна функционировать в нем, время от времени внося вклад в его структурную детерминацию. Этот вклад обусловлен как самой структурой системы так и тем что результат ее функционирования (например, язык) образует часть окружающей среды, которая время от времени действует как фактор отбора в структурном дрейфе организма с сохранением адаптации. Таким образом живые существа (обладающие нервной системой или лишенные ее) всегда функционируют в

своем структурном настоящем. Прошлое как ссылка на уже произошедшие взаимодействия и будущее как ссылка на взаимодействия грядущие служат для нас как наблюдателей системой координат для взаимного общения; но они не являются действующим началом в структурном детерминизме организма в каждый момент.

С нервной системой или без нее, все организмы (включая нас самих) функционируют так, как они функционируют, и представляют собой в любой момент то, что они собой представляют, вследствие своего структурного сопряжения. Мы пишем сейчас эти строки потому, что устроены определенным образом и прошли определенный онтогенез. Читая эти строки, читатель понимает то, что он понимает, потому что это определено его структурой в настоящий момент и, косвенно, его историей. Строго говоря, ничто не случайно. Но наш опыт — это опыт творческой свободы, и с той точки зрения, с которой мы смотрим на вещи, поведение высших животных кажется непредсказуемым. Каким образом в поведении животных, наделенных нервной системой, возникает столь большое разнообразие и богатство? Чтобы лучше разобраться в этом нам нужно тщательно исследовать, как именно функционирует нервная система при всем богатстве областей структурного сопряженности, которые благодаря ей же становятся возможными.

О лягушках и детях волках

Все разнообразие лягушек и жаб питается мелкими животными такими, как черви мухи, муравьи и бабочки. Пищевое поведение лягушек и жаб всегда сходно они прицеливаются к жертве, выбрасывают длинный липкий язык и затем молниеносно убирают его в рот вместе с прилипшей к нему жертвой. При этом поведение лягушек весьма эффективно. Как отмечает наблюдатель, лягушка всегда «выстреливает» языком точно в направлении жертвы.

С таким животным, как лягушка, можно проделать весьма поучительный эксперимент. Возьмем личинку лягушки — головастика и осторожной рукой хирурга надрезем край глаза так, чтобы не повредить зрительный нерв, а затем повернем глаз на 180. Предоставим прооперированному животному возможность завершить личиночное развитие и, испытав метаморфоз, превратиться во взрослую лягушку. Теперь проделаем с ней эксперимент. Закроем лягушке «перевернутый» глаз и покажем ей червя. Последует «выстрел» языком, и лягушка попадет точно в цель. Повторим наш эксперимент, но на этот раз закроем лягушке нормальный глаз. Мы увидим что лягушка «выстрелит» языком с отклонением от нужного направления ровно на 180, т. е. если жертва находится ниже лягушки прямо перед ней, то лягушка «выстрелит» языком вверх и назад. Сколько бы мы ни повторяли испытание, лягушка всякий раз будет совершать одну и ту же ошибку: отклонение от направления на цель неизменно будет составлять 180°, поэтому продолжать эксперимент не имеет смысла. Лягушка с перевернутым глазом никогда не изменит свой способ «стрельбы» языком с отклонением от истинного направления, равным углу на который экспериментатор повернул глаз (рис. 32). Лягушка «выстреливает» языком так, как если бы тот участок сетчатки, на котором располагается изображение жертвы, находился в нормальном положении.

Этот эксперимент со всей наглядностью показывает, что для животного, в отличие от производящего эксперимент наблюдателя, не существует таких вещей, как «верх» и «низ», «спереди» и «сзади по отношению к внешнему миру». Существует лишь *внутренняя корреляция* между местом, где сетчатая оболочка испытывает данное возмущение, и сокращениями мышц, приводящих в движение язык, рот, шею, а фактически — все тело лягушки.

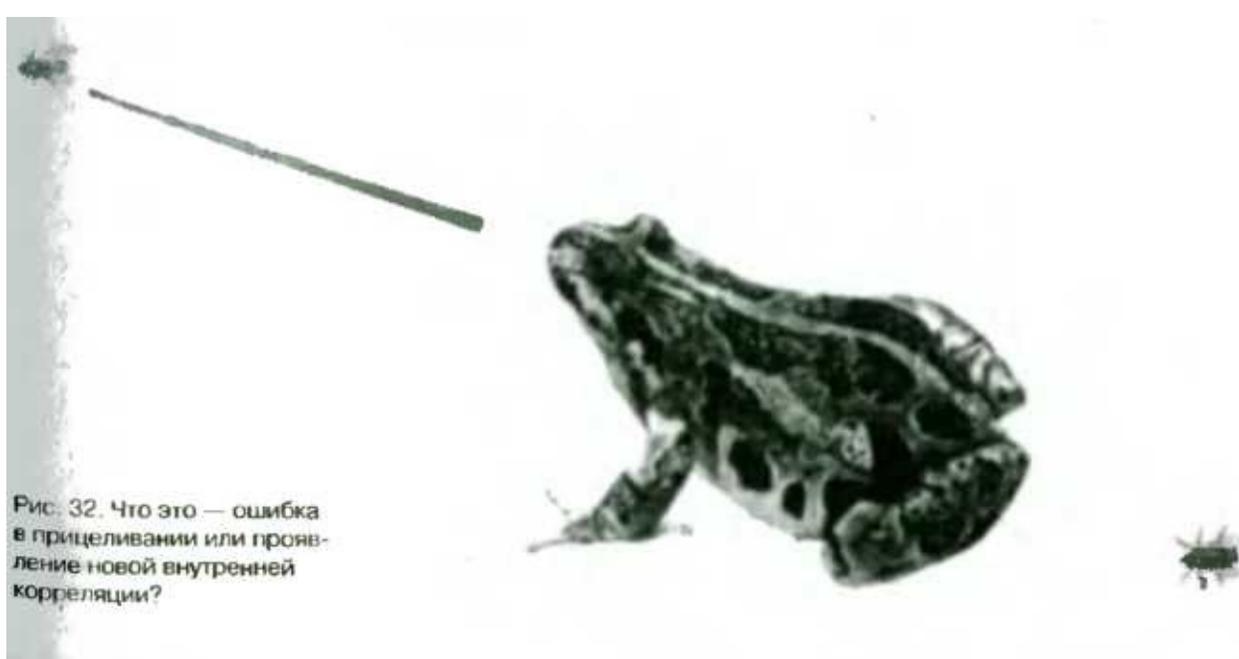


Рис. 32. Что это — ошибка в прицеливании или проявление новой внутренней корреляции?

У лягушки с повернутым глазом, если поместить жертву спереди внизу, мы вызовем зрительное возмущение сверху и сзади, в той зоне сетчатой оболочки, которая обычно находится снизу и спереди. В нервной системе лягушки это вызывает сенсорномоторную корреляцию между положением возмущенного участка сетчатки и движением языка, а не расчеты на карте мира, что казалось бы разумным с точки зрения наблюдателя

Этот эксперимент^[8], как и многие другие, выполненные с 1950-х годов, служит прямым подтверждением того, что функционирование нервной системы отражает ее связность, или структуру связей, и что поведение определяется *внутренними* отношениями активности нервной системы. Позднее мы остановимся на этом подробнее, а теперь хотим обратить внимание читателя на размерность структурной пластичности, которую вносит в организм наличие нервной системы. Иначе говоря, мы покажем, что для каждого организма история его взаимодействий есть история структурных изменений, образующих конкретную историю преобразований начальной структуры, в которой нервная система принимает участие, расширяя множество возможных состояний.

Если новорожденного ягненка отнять на несколько часов от его матери, а затем вернуть его ей, то ягненок внешне будет развиваться нормально. Он будет расти, ходить, неотступно следовать за матерью. В поведении его не будет ничего странного до тех пор, пока мы не обратим внимание на его взаимодействие с другими ягнятами. Мы увидим, что все они любят бегать, играть, бодаться друг с другом, за исключением того ягненка, которого мы на несколько часов отняли у матери. Этот ягненок ничего такого делать не будет. Он не знает, как играть, и не учится играть. Он остается в одиночестве — сам по себе. Что случилось? Досконально ответить на этот вопрос мы пока не в состоянии, но из всего того, что было нами сказано до сих пор, мы уже знаем, что динамика состояний нервной системы зависит от ее структуры. Кроме того, мы знаем, что различие в поведении нашего ягненка и поведении других ягнят говорит том, что вследствие временного отлучения от матери его нервная система стала отличаться от их нервной системы. Оказывается, что на протяжении нескольких первых часов после рождения мать непрерывно вылизывает все тело ягненка, и оторвав новорожденного от матери, мы вмешались в эти взаимодействия и во все, связанное с ними, в том числе в тактильную и визуальную стимуляцию, и, возможно, различного рода химические контакты. Наш эксперимент показывает, что эти взаимодействия имеют решающее значение для структурной трансформации нервной системы, что влечет за собой последствия, на первый взгляд весьма далекие от простого поведенческого акта — вылизывания.

Каждое живое существо появляется на свет из единственной специальной клетки, служащей отправным пунктом его развития, поэтому онтогенез каждого живого существа представляет собой непрерывный ряд структурных изменений. Это процесс, который, с одной стороны, протекает без нарушения классовой принадлежности!/, структурного сопряжению между живой системой и окружающей средой с рождения системы до ее распада с другой стороны, онтогенез следует определенным курсом, зависящим от продолжительности структурных изменений, «запускаемых» взаимодействиями. Следовательно, все, что сказано выше о ягненке, не является исключением. Как и пример с лягушкой этот случай представляется весьма очевидным потому, что мы имеем доступ к серии взаимодействий, которые можно было бы назвать «селекционерами» выбирающими определенную линию структурных изменений, которые в нашем случае привели к патологическому по сравнению с нормальным развитию.

Сказанное выше применимо и к людям, как видно из драматической истории двух индийских девочек, спасенных (или похищенных) в 1922 г. из волчьей семьи, в которой девочки жили на севере Индии^[9]. Девочки воспитывались в полной изоляции от контактов с людьми (рис. 33). Одной из девочек было восемь лет, другой пять. Младшая умерла вскоре после того, как ее нашли, а старшая прожила еще десять лет в обществе других сирот, с которыми она воспитывалась, тогда девочек обнаружили они не умели ходить на двух ногах, а быстро передвигались на четвереньках. Разумеется они не оговаривали а их лица были лишены выражения. Ели девочки только сырое мясо и вели ночной образ жизни. Они отказывались вступать в контакт с людьми и предпочитали общество собак или волков. Когда девочек нашли, обе были в прекрасной физической форме и не обнаруживали никаких

Рис 33. (а) и (в) Как видно из снимков, походка бенгальской девочки вскоре после того, как она была найдена, очень напоминала волчью, (с) Девочка-волк ест так, как она научилась, живя среди волков (d) Девочка так никогда и не стала чувствовать себя полноценным человеком признаков умственной отсталости или недоедания. Отрыв от волчьей семьи вызвал у девочек глубокую депрессию и привел их на грань смерти.





Девочка, прожившая после этого еще десять лет, постепенно изменила пищевые привычки и циклы активности. Она научилась ходить на двух ногах, хотя в экстренных случаях опускалась на четвереньки и бежала по-волчьи. Хотя она и освоила несколько слов, но так и не научилась хорошо говорить. Семья англиканского миссионера, которая приглядывала за ней, и все, кому довелось знать ее близко, никогда не чувствовали, что она стала полностью человеком.

Этот случай (а он не единственный) свидетельствует о том, что хотя по своей генетической конституции, анатомии и физиологии найденные девочки были человеческими детенышами, им так и не удалось до конца вписаться в человеческий контекст. Поведение, которое миссионер и его семья пытались изменить, поскольку оно считалось неприемлемым в человеческой среде, было совершенно естественным, пока девочки воспитывались в волчьей стае. Маугли, мальчик из джунглей, рожденный фантазией Киплинга, никогда не мог бы существовать в реальности, поскольку у Киплинга он с первого момента, когда столкнулся с человеческой средой, знал, как говорить и как вести себя «по-человечески». Мы, живые люди во плоти, не являемся чужаками в мире, в котором живем и который, живя в нем, создаем.

На лезвии бритвы

Согласно наиболее распространенной и современной точке зрения на нервную систему, последняя представляет собой инструмент, посредством которого организм получает информацию из окружающей среды и использует ее для построения *образа* (репрезентации) мира, и на основе этого образа формирует адекватное поведение, позволяющее ему выжить (рис. 34). Такая точка зрения требует, чтобы окружающая среда оставляла в нервной системе свой характерный отпечаток и чтобы нервная система использовала этот отпечаток, строя свое

поведение, примерно так, как мы, пользуясь картой, составляем схему маршрута.

Однако мы знаем, что нервная система как часть организма функционирует со структурной детерминированностью. Это означает, что структура окружающей среды не может определять те или иные изменения нервной системы, а может только запускать их. Как наблюдатели мы имеем доступ и к нервной системе и к структуре окружающей ее среды. Тем самым мы имеем возможность описать поведение организма так, как если бы оно возникало в результате оперирования его нервной системы с репрезентациями окружающей среды или как выражение некоторого ориентированного на достижение цели процесса. Но такие описания не отражают функционирование нервной системы как таковой. Они хороши только для коммуникации между нами как наблюдателями. Для научного объяснения такие описания неадекватны.

Поразмыслив немного над приведенными выше примерами, мы поймем, что во всех случаях мы склонны основывать наше описание происходящего на использовании в том или ином виде метафоры «получения информации» из образа окружающей среды внутри нас

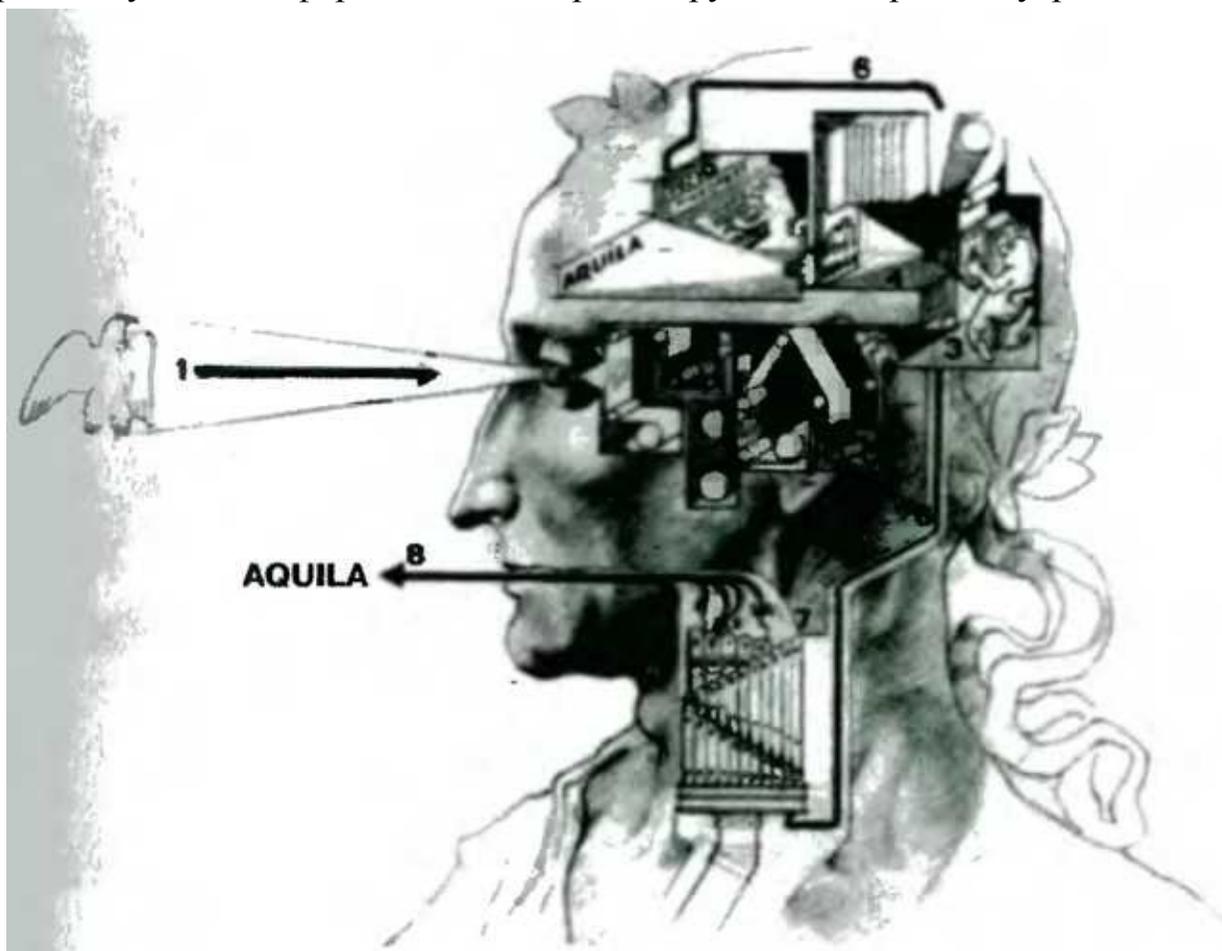


Рис. Цезарь в соответствии с метафорой репрезентациониста.

Но из хода наших рассуждений следует, что использование метафоры такого типа противоречит всему, что мы знаем о живых существах. Мы сталкиваемся с труднопреодолимым препятствием, потому что единственной альтернативой точке зрения на нервную систему как систему, оперирующую с мысленными образами, кажется отрицание окружающей реальности. Действительно, если нервная система не оперирует (и не может оперировать) с образами окружающего мира, то что обуславливает необычайную функциональную эффективность человека и животных и их недюжинные способности к обучению и манипулированию окружающим⁵ Если мы отрицаем объективность познаваемого мира, то разве мы не оказываемся в хаосе полнейшего произвола, ибо в таком случае возможно все?

Ситуация напоминает хождение по лезвию бритвы. С одной стороны, нас поджидает ловушка — мы не сможем понять феномен познания, если допустим существование информирующего

нас мира объектов, поскольку сам механизм делающий это «информирование» возможным, отсутствует. С другой стороны, нас подстерегает другая опасность — хаос и произвол необъективности, где все кажется возможным- Нам необходимо научиться выбирать среднюю дорогу — путь, проходящий прямо по лезвию бритвы (рис. 35).

В самом деле, мы не должны попадать в ловушку, уготовленную предположением о том, что нервная система оперирует с образами мира. Это *действительно* ловушка, так как подобное предположение ослепляет нас лишая возможности осознать, что нервная система все время функционирует как определенная операционально замкнутая система. В этом мы убедимся в следующей главе.



Рис. 35. Эпистемологическая одиссея: плавание между Сциллой — чудовищем репрезентационизма и Харибдой — водоворотом солипсизма.

Но мы должны избежать и другой опасности — отрицания окружающей среды в предположении, что нервная система функционирует в полном вакууме, где все верно и все возможно. В этом — другая крайность, а именно: абсолютное когнитивное одиночество, или солипсизм, классическая философская традиция согласно которой существует только внутренняя жизнь каждого. Опасность же заключается в том что подобная точка зрения не позволяет объяснить, каким образом существует надлежащая пропорция, или соизмеримость, между функционированием организма и окружающим его миром.

Эти две крайности, или ловушки, существовали с самых первых попыток понять познание. Ныне превалирует репрезентационистская крайность, в другие времена предпочтение отдавалось противоположной точке зрения.

Теперь мы намереваемся изложить способ, позволяющий рассечь этот явный гордиев узел и найти естественный подход, позволяющий избежать бездн по обе стороны лезвия бритвы. Внимательный читатель, наверное, уже догадался, что именно мы собираемся сказать, ибо это

уже содержится в сказанном ранее. Ключ к решению в том, чтобы следовать точному логическому *расчету*. Это означает, что мы не должны терять из виду то, что утверждали в самом начале: *все сказанное сказано кем-то*. Решение, как и во всех случаях видимых противоречий, лежит в уходе от противопоставления и в изменении характера вопроса с тем, чтобы он охватывал более широкий контекст.

В действительности ситуация проста. Как наблюдатели мы можем рассматривать единство в *различных* областях, в зависимости от тех операций различения, которые мы проводим. Так, с одной стороны, мы можем рассматривать систему в той области, в которой действуют ее компоненты, в области ее внутренних состояний и структурных изменений. При таком подходе для внутренней динамики системы окружающая среда не существует — она не нужна. С другой стороны, мы можем рассматривать единство, которое взаимодействует также и со своей окружающей средой, и описывать историю его взаимодействий с этой средой. В этом случае, если наблюдатель может установить отношения между некоторыми свойствами окружающей среды и поведением единства, несущественной становится внутренняя динамика такого единства.

Ни один из этих двух вариантов описания сам по себе не является проблемой: оба описания необходимы для нашего понимания единства. Именно наблюдатель со своей внешней точки зрения коррелирует оба эти описания. Именно он осознает, что структура системы определяет ее взаимодействия, и выделяет те конфигурации окружающей среды, которые могут запускать структурные изменения в системе. Именно наблюдатель убеждается, что окружающая среда не определяет и не направляет структурные изменения системы. Проблема возникает, когда мы, сами того не замечая, переходим из одной области в другую и требуем, чтобы устанавливаемые нами соответствия между областями (поскольку мы видим обе области одновременно) в действительности были составной частью функционирования единства — в данном случае организма и нервной системы. Если мы будем неукоснительно следовать принципу логического расчета, то отмеченное осложнение исчезает; мы осознаем существование двух описанных выше подходов и объединяем их в один более широкий. В результате отпадает необходимость отступать на позиции репрезентационализма или отрицать, что система действует в окружающей среде знакомой по истории структурного сопряжения.

Возможно, аналогия поможет лучше понять сказанное. Представим себе человека, который постоянно живет в подводной лодке. Он никогда не покидает ее и умеет обращаться со всеми устройствами и механизмами на ее борту. Мы стоим на берегу и наблюдаем за элегантно всплывающей подводной лодкой. Затем берем в руки микрофон и по радио передаем мореплавателю, находящемуся внутри субмарины: «Поздравляем! Вам удалось миновать рифы а ваше всплытие выше всяких похвал. Вы действительно знаете как обращаться с подводной лодкой!» Однако наша радиограмма вызывает у подводника недоумение: «**О** каких рифах и каком элегантном всплытии вы говорите? Я лишь передвигал определенные ручки, нажимал кнопки и, производя эти действия, устанавливал те или иные соответствия между показаниями приборов. Все свои действия я производил в заранее предписанной последовательности, как меня учили. Я не делал ничего особенного. А вы еще, сверх того говорите мне о какой то субмарине. Должно быть вы шутите!»

Для человека, обитающего внутри подводной лодки, существуют только показания приборов, кнопки, ручки и способы установления определенных соответствий между показаниями приборов и положениями ручек и кнопок. И только для нас, находящихся вне подводной лодки и наблюдающих за тем, как изменяются отношения между подводной лодкой и окружающей ее средой, существует поведение подводной лодки, которое в зависимости от последствий представляется более или менее адекватным.

Поведение

Под *поведением* мы понимаем изменения пространственного положения или отношения живого организма, которые наблюдатель описывает как движения или действия по отношению к определенной окружающей среде.

Если мы хотим следовать логическому расчету в описании происходящего, то мы не должны смешивать действия самой подводной лодки и динамику ее различных состояний с ее перемещениями и изменениями положения в окружающей среде. В динамику различных состояний подводной лодки с ее командиром, не знающим ничего о внешнем мире, никогда не входит оперирование с теми образами мира, которые видит внешний наблюдатель: сюда не входят ни «берега», ни «риффы», ни «водная поверхность», а только корреляции (в определенных пределах) между показаниями приборов. Такие сущности, как берега, рифы и водная поверхность, обладают реальностью только для внешнего наблюдателя, но не для подводной лодки или мореплавателя, который действует как один из компонентов подводной лодки

Все, что действительно для подводной лодки в этой аналогии, действительно и для всех живых существ: для лягушки с повернутым глазом, для девочки-волка и для каждого из людей.

Поведение и нервная система

То, что мы, наблюдая изменения в состоянии организма в окружающей среде, называем поведением, соответствует нашему описанию движений организма в той окружающей среде, на которую мы указываем. Поведение — *это не то*, что живое существо *делает* в самом себе (поскольку в живом существе происходят только внутренние структурные изменения), а то, на что мы указываем. Поскольку изменения состояния организма (с нервной системой или без нее) зависят от его структуры, а эта структура зависит от истории ее структурного сопряжения, изменения состояния организма в окружающей среде с необходимостью соответствуют среде и хорошо «осведомлены» о ней, независимо от описываемых нами поведения или окружающей среды. Поэтому адекватность поведения как конкретной последовательности движений зависит от среды, в которой мы его описываем. Успех или неуспех поведения всегда определяется ожиданиями, которые устанавливает наблюдатель. Если бы читатель находился в пустыне и при этом совершал те же движения и принимал те же позы, которые он совершает и принимает сейчас при чтении этой книги, то его поведение было бы не только эксцентричным, но и патологическим.

Таким образом, поведение живых существ не является изобретением нервной системы и не связано исключительно с нервной системой, поскольку наблюдатель будет видеть поведение, глядя на любое живое существо в его окружающей среде. Что же касается нервной системы, то она *расширяет* область возможных вариантов поведения, наделяя организм необычайно подвижной и пластичной структурой. Это и станет темой следующей главы.

7. Нервная система и познание

В этой главе мы хотим рассмотреть, каким образом нервная система расширяет области взаимодействия организма. Мы уже знаем, что поведение не является изобретением нервной системы. Оно присуще любому единству, рассматриваемому в окружающей среде, где это единство определяет область возмущений и поддерживает свою организацию в соответствии с теми изменениями состояния, которые запускают в нем возмущения.

Все это необходимо ясно представлять себе поскольку обычно мы рассматриваем поведение как нечто, присущее животным с нервной системой. Кроме того, обычные ассоциации со словом «поведение» проистекают из таких действий, как ходьба, прием пищи поиск и т. д. Если мы попытаемся выяснить, что общего у всех этих видов активности, обычно ассоциируемых с понятием «поведение», то обнаружим, что все они так или иначе связаны с *движением*. Но движение, будь то движение на суше или в воде, присуще далеко не всем живым существам. Среди многих форм, порождаемых естественным дрейфом, существует немало таких, которым движение не свойственно.

Естественная история движения

Рассмотрим в качестве примера растение на рис. 37. Когда стрелолист растет вне воды, он принимает форму, изображенную в верхней части рисунка. Но когда уровень воды поднимается и растение погружается в воду, его структура в течение нескольких дней изменяется и трансформируется в водную форму, которая изображена в нижней части рисунка. Ситуация обратима; происходящие структурные преобразования отличаются большой сложностью и связаны с определенным типом дифференциации, затрагивающей различные части растения. Этот случай мы могли бы описать как поведение, поскольку речь идет о структурных изменениях, которые выглядят как видимые изменения формы растения, призванные компенсировать повторяющиеся возмущения окружающей среды. Но обычно такую ситуацию описывают как изменение развития растения, а не его поведения. Почему?

Сравним поведение стрелолиста с пищевым поведением амебы, которая готовится проглотить небольшое простейшее и вытягивает в его сторону ложноножки



Рис. 37. Наземная и водная Формы стрелолиста *Sagittaria sagitifoia*

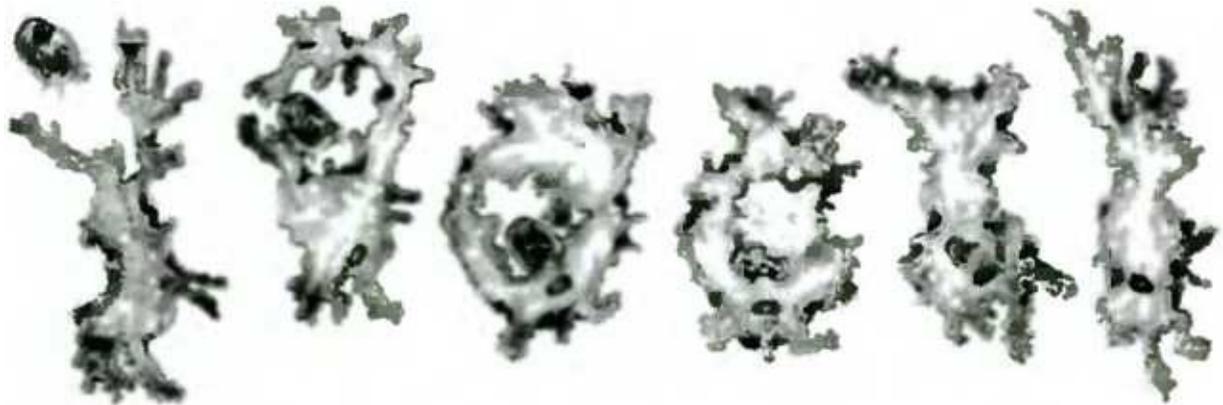


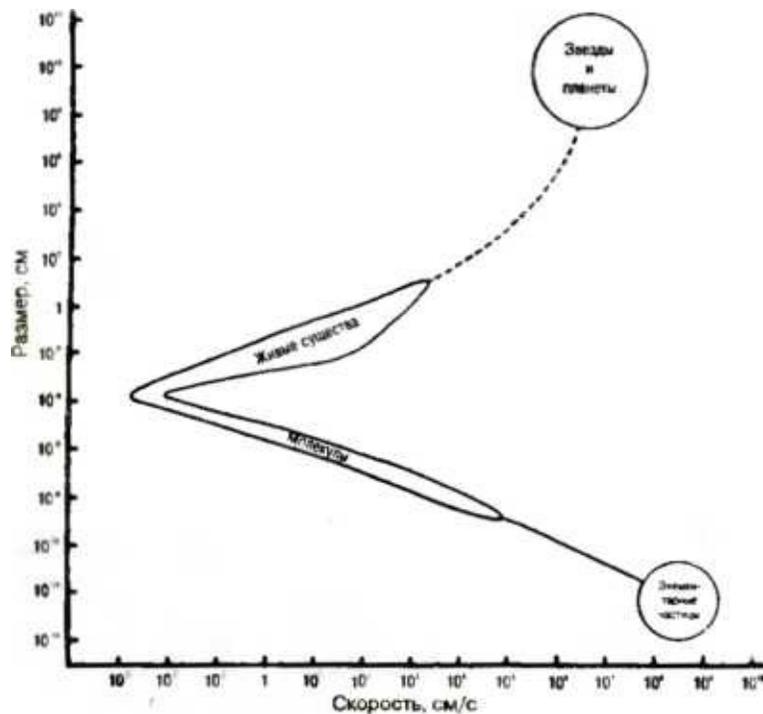
Рис. 38. Заглатывание (рис. 38). Такие ложноножки представляют собой выступы, или «пальцы», протоплазмы, образование которых связано с локальными изменениями физико-

химического состава клеточной мембраны и цитоплазмы. В результате протоплазма течет в ту или иную сторону, толкая животное в соответствующем направлении — амебоподобное существо движется. Такое изменение, в отличие от того, что происходит со стрелолистом, мы не колеблясь описываем как поведение.

С нашей точки зрения ясно, что между этими двумя ситуациями существует непрерывный переход. И в том, и в другом случае мы имеем дело с поведением. Интересно отметить, что один из них (в отличие от другого) нам легче назвать поведением только потому, что у амобы мы обнаруживаем движение, тогда как стрелолист остается недвижим. Иначе говоря, между движением амобы и неисчерпаемым богатством поведения высших животных, которое мы всегда наблюдаем как разнообразные формы движения, существует непрерывный переход. Наоборот, изменения в дифференциации стрелолиста представляются нам далекими оттого, что принято понимать под движением, поскольку они происходят очень медленно, и мы видим в них только изменения формы. Вообще говоря, с точки зрения устройства и изменений нервной системы возможность движения существенна. Именно это делает историю движения захватывающе интересной. Как это происходит и почему, мы намереваемся выяснить в этой главе. Но сначала взглянем на проблему более обобщенно. Посмотрим, как проявляется движение в различных природных ситуациях.

На рис. 39 показаны размеры различных природных единств в зависимости от их способности двигаться,

Рис. 39. Зависимость между размером и скоростью движения v в природе измеренной по их максимальной скорости [10]. Нетрудно видеть, что самые большие и самые маленькие природные объекты — галактики и элементарные частицы — способны совершать очень быстрые движения со скоростями порядка тысяч километров в секунду. Если мы обратимся к большим молекулам, являющимся компонентами живых существ, то их движение замедляется по мере увеличения их размеров, к тому же движутся они в вязкой окружающей среде, образованной другими молекулами. Например, многие молекулы белков, входящие в состав живых организмов, настолько велики, что их спонтанное движение незначительно по сравнению с подвижностью молекул меньших размеров.



Именно при этих обстоятельствах (как было показано в гл. 2) возникают аутопоэзные системы; их появление становится возможным благодаря существованию многочисленных

больших органических молекул. Как только образовалось много больших молекул, направление кривой резко изменяется, поскольку история клеточных преобразований приводит к возникновению таких структур, как жгутики или псевдоножки. С их помощью движение вновь заметно ускоряется, поскольку они вводят в игру силы, значительно превосходящие силы вязкости. Кроме того, когда возникают многоклеточные организмы, у некоторых из них (путем дифференциации клеток) развиваются гораздо более эффективные способности к передвижению в пространстве. Например, антилопа импала может бежать со скоростью многих километров в час, хотя сама импала гораздо крупнее, чем небольшая молекула, которая (в среднем) движется с такой же скоростью. Многоклеточные животные и подвижные одноклеточные организмы создают диапазон движений, в их размерном классе не имеющий равного в природе.

Однако не следует упускать из виду, что внешнее проявление этого типа движения не является ни универсальным, ни необходимым для всех форм живых существ. В частности, у растений, которые представляют собой одно из фундаментальных порождений естественной эволюции, движение как способ бытия по существу отсутствует. Предположительно это связано с тем, что растения поддерживают свое существование за счет фотосинтеза при условии постоянного локального поступления питательных веществ и воды из почвы, а также газов и света из атмосферы. Это позволяет им сохранять адаптацию, не нуждаясь в интенсивных или быстрых движениях в течение большей части своего онтогенеза.

Для наблюдателя очевидно, что движение открывает перед организмом многочисленные возможности. Многие из них реализуются вследствие естественного дрейфа организмов. Например, подвижные организмы основывают на движении не только размножение, но и питание и способы взаимодействия с окружающей средой. Именно в связи с такого рода живыми существами естественный дрейф привел к появлению подвижности, при которой важное значение приобретает нервная система. Рассмотрим это обстоятельство более подробно.

Сенсомоторная координация в одноклеточных организмах

Вернемся к амebe в тот момент, когда она собирается поглотить простейший организм. Что при этом происходит? Суть процесса сводится к следующему: присутствие простейшего создает в окружающей среде концентрацию определенных веществ. Эти вещества способны взаимодействовать с мембраной амeбы, инициируя изменения в консистенции протоплазмы, что приводит к формированию ложноножки. В свою очередь ложноножка вызывает изменения в положении движущегося животного, тем самым изменяя число молекул окружающей среды, взаимодействующих с мембраной амeбы. Этот цикл повторяется; таким образом, последовательность движений амeбы является результатом сохранения *внутренней корреляции* между степенью изменения амeбной мембраны и тех модификаций протоплазмы, которые мы наблюдаем в виде псевдоножек. Иначе говоря, между возмущенной или сенсорной поверхностью организма и ее участком, способным породить движение (моторной поверхностью), устанавливается периодически возобновляемая или неизменная корреляция, которая поддерживает ряд внутренних соотношений в амeбе.

Еще один пример поможет лучше понять, о чем идет речь. На рис. 40 вы видите простейшее животное, обладающее специальной структурой — жгутиком. С помощью этого жгутика простейшее может двигаться в жидкой среде. В рассматриваемом нами частном случае жгутик движется так, что тянет клетку за собой. Плавая, простейший организм время от времени нагалькивается на препятствие. Что происходит в такой ситуации? Поведение одноклеточного, стремящегося изменить направление движения, весьма интересно: когда простейшее

сталкивается с препятствием, его жгутик изгибается. Этот изгиб вызывает изменения в основании жгутика, погруженном вглубь клетки. В свою очередь, клетка производит изменения в цитоплазме, которые вынуждают жгутик повернуться, в результате чего следующим взмахом жгутик вынуждает клетку двигаться в другом направлении. Такой механизм позволяет простейшему животному, натолкнувшись на препятствие, повернуть и не врезаться в него. Как и в случае амёбы, происходящее сводится к сохранению определенной внутренней корреляции между структурой, способной выдерживать некоторые возмущения (сенсорной поверхностью), и структурой, способной порождать движение (моторной поверхностью). В этом примере интересно то, что и сенсорной, и моторной поверхностью в действительности служит *одна и та же* поверхность, поэтому их связь осуществляется непосредственно. рис. 40. Сенсомоторная корреляция у простейших животных

Рассмотрим еще один пример такой связи между сенсорными и моторными поверхностями. Существуют одноклеточные бактерии с жгутиками, *Най юминаю-щими* по внешнему виду жгутики некоторых простейших. Но, как видно из рис. 41, жгутики бактерии действуют совершенно иначе^[11]. Они не «хлопают» из стороны в сторону; основание жгутиков остается неподвижным, а сами жгутики вращаются наподобие гребного винта, причем они могут вращаться как в одну, так и в другую сторону. Но если при вращении жгутиков в одну сторону координация вращений приводит к отчетливому движению бактерий, то при вращении в противоположную сторону бактерии просто толкуются на одном месте. Можно поместить бактерию под микроскоп и проследить за тем, что с ней происходит при различных контролируемых условиях. Например, если в среду, в которой находится бактерия, бросить где-нибудь в уголке крупинку сахара, то бактерия прекратит «топтанье на месте», изменит направление вращения своего жгутика и направится в зону с наибольшей концентрацией сахара следуя по направлению градиента концентрации. Каким образом это происходит? Оказывается, в мембране бактерии имеются специальные молекулы, способные взаимодействовать с сахаром, поэтому, когда вблизи бактерии возникает разность концентрации, в ней происходят изменения; именно эти изменения и заставляют жгутик вращаться в другом направлении. Таким образом, в каждый момент времени между сенсорной поверхностью и моторной поверхностью клетки возникает устойчивая корреляция, которая и обуславливает четко выраженное дискриминаторное поведение бактерии, которая неизменно устремляется в зоны более высокой концентрации некоторых веществ. Это явление известно под названием «хемотаксис» Оно служит примером поведения на одноклеточном уровне, многие молекулярные детали которого известны.

В отличие от бактерий стрелолит, о котором мы упоминали выше, и другие растения не обладают моторной поверхностью, которая наделяла бы их способностью двигаться. Правда, и среди бактерий встречаются такие, которых можно рассматривать как своего рода компромисс между способностью и неспособностью двигаться. Например, когда *Caulobacter* оказывается в очень влажной среде, она прикрепляется к почве с помощью пьедестала, напоминающего по внешнему виду растение. Но при обезвоживании бактерия репродуцируется, и новые клетки вырастают с жгутиком, который помогает им перебраться в более влажную среду.

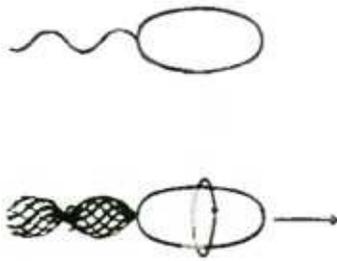


Рис 41 Движение с помощью жгутиков у бактерий

Сенсомоторная корреляция у многоклеточных

На приведенных выше примерах мы видели, что движение (поведение) одноклеточных организмов основано на весьма специфической корреляции между их сенсорными поверхностями и их моторными поверхностями, ответственными за движение. Нам известно также, что эта корреляция обусловлена процессами, происходящими внутри клетки, т. е. метаболическими преобразованиями, присущими клеточному единству. А что происходит в случае многоклеточных организмов?

Рассмотри эту ситуацию также на примере. На рис. 42 вы видите гидру, вроде тех, что обитают во многих стоячих водоемах. Гидры — многоклеточные

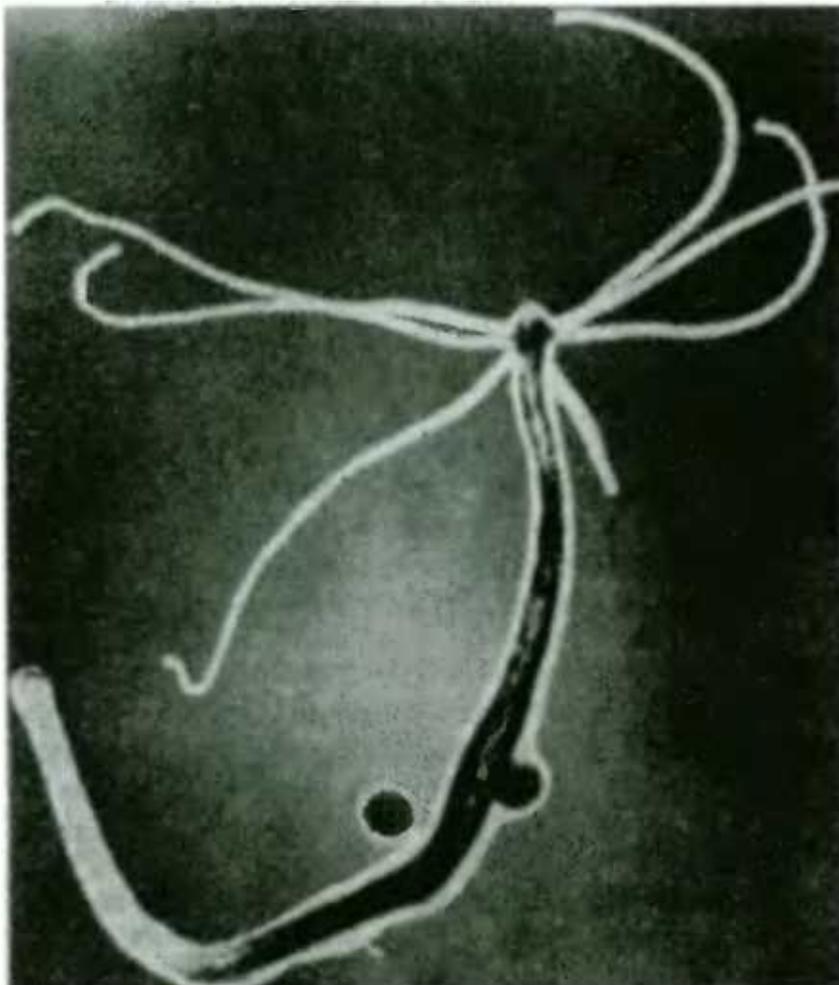


Рис. 42. Небольшое кишечнополостное: гидра

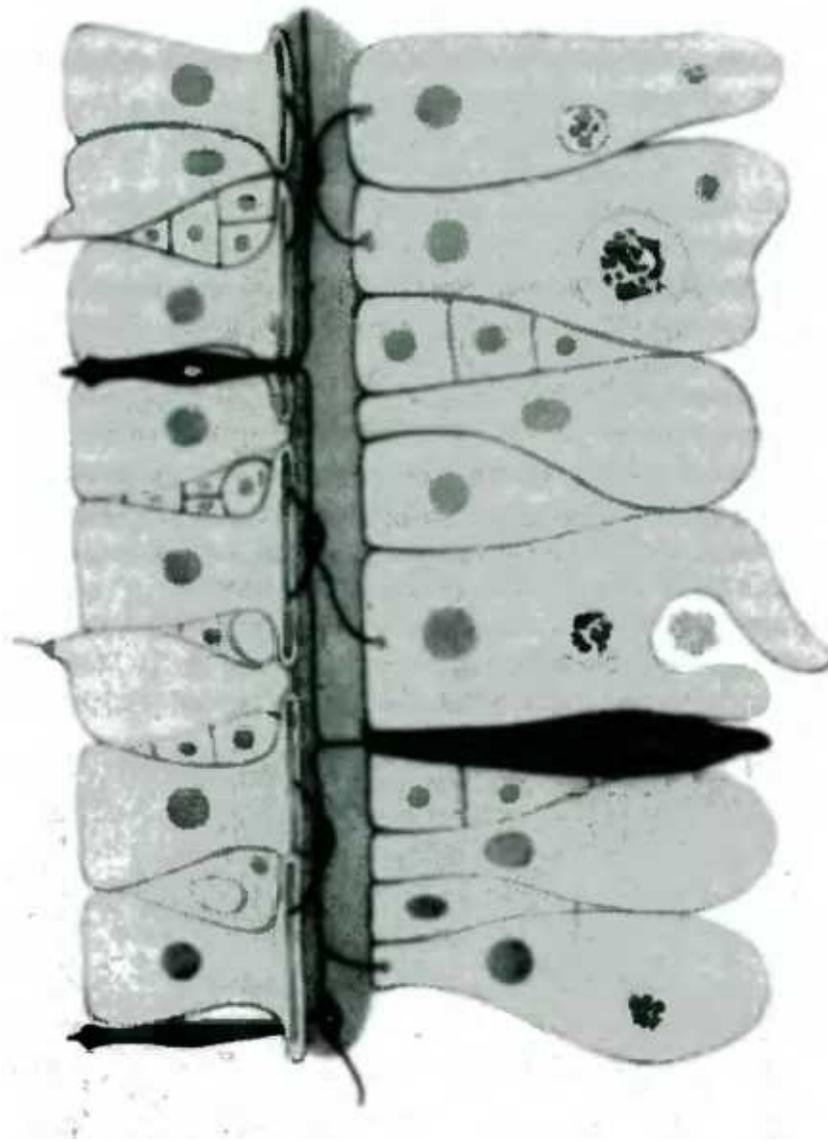


Рис. 43. Схематическое изображение разнообразных клеток в тканях гидры. Нейроны выделены животные, принадлежащие к группе кишечнополостных, древней ветви животных, состоящих из двойного слоя клеток в форме вазы. Щупальца, расположенные по краю горловины вазы, позволяют гидре передвигаться в воде и хватать других животных, которых гидра затем проталкивает внутрь «вазы» и переваривает, выделяя пищеварительные жидкости. Взглянув на клеточную структуру гидры, мы увидим двойной слой клеток: один слой обращен наружу, другой — внутрь. Клетки этих слоев довольно разнообразны. Среди них имеются стрекательные клетки с маленькими шипами. Стоит какому-нибудь животному коснуться такой клетки, как она выстреливает своим зарядом. Другие клетки обладают вакуолями, способными выделять во внутреннюю полость гидры пищеварительные жидкости. У гидры имеются также моторные клетки, обладающие волокнами, способными сокращаться, которые располагаются на стенке гидры в продольном и поперечном направлениях (рис. 43). При сокращении таких мышечных клеток в различных комбинациях гидра совершает различные передвижения.

Ясно, что для координации действия, например мышечных клеток щупалец и секреторных клеток внутренней полости тела гидры, между теми и другими клетками должен существовать какой-то тип связи. Для этого недостаточно, чтобы клетки просто были расположены в два слоя.

Чтобы понять, каким образом осуществляется сопряжение между клетками, необходимо подробнее рассмотреть то, что находится между двумя клеточными слоями — наружным и внутренним. Там расположены клетки особого типа с длинными отростками,

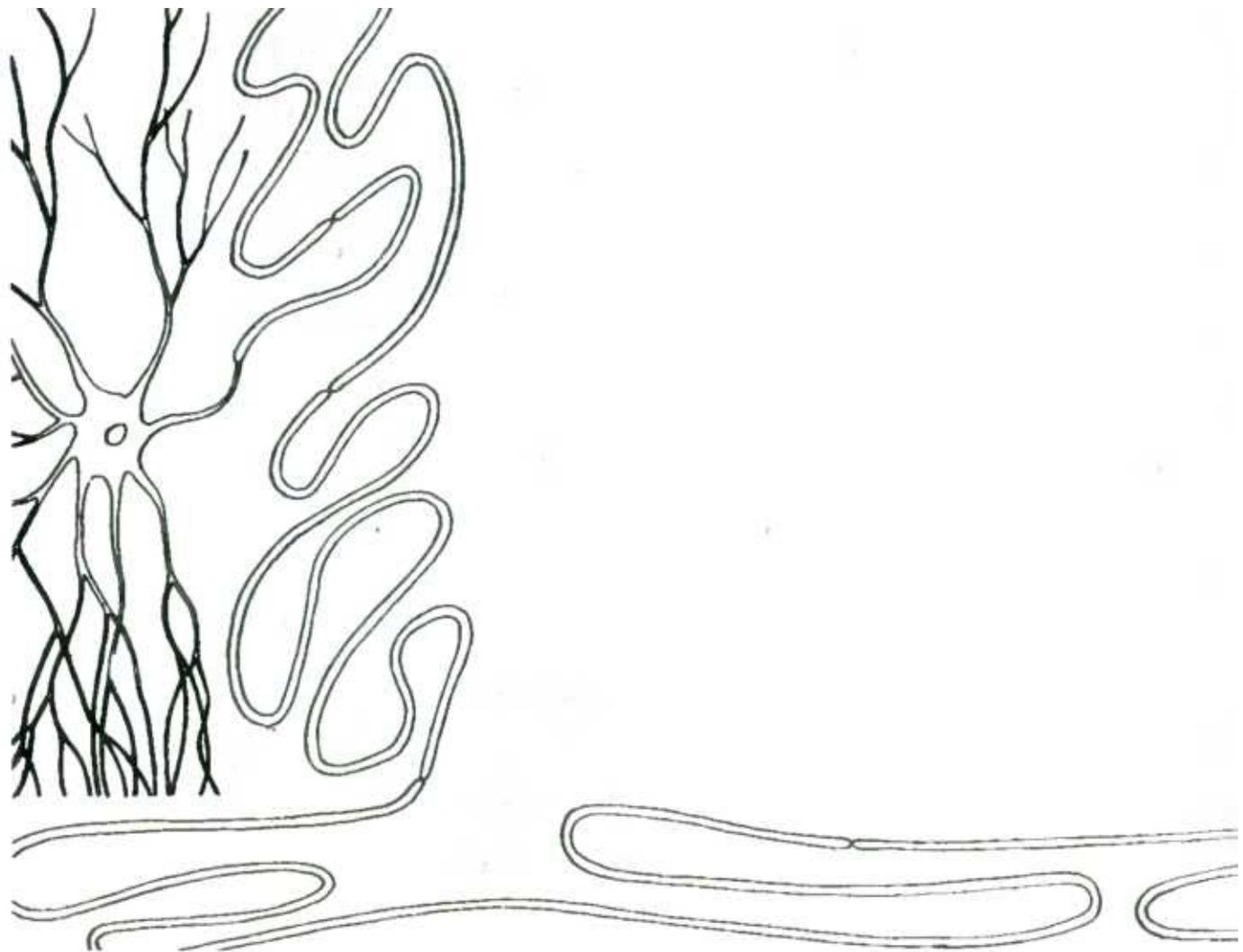
простирающимися в теле животного на значительное расстояние. Такие клетки характерны тем, что с помощью своих отростков они устанавливают контакт с топографически удаленными клеточными элементами многоклеточного организма. Это нервные клетки или нейроны, в их простейшей и примитивнейшей форме. Гидра обладает одной из простейших нервных систем среди всех известных. Она состоит из нервной сети, а также рецепторов и эффекторов. В целом нервная система гидры напоминает лабиринт взаимосвязей, объединяющих все части животного посредством волокон, идущих в межклеточном пространстве. Так нервная система обеспечивает взаимодействие сенсорных и моторных элементов, разнесенных далеко друг от друга.

Таким образом, мы имеем дело с абсолютно такой же, с точностью до деталей, ситуацией, с какой нам уже приходилось встречаться при анализе поведения одноклеточных организмов: сенсорная поверхность (в данном случае — сенсорные клетки), моторная поверхность (в данном случае — мышечные и секреторные клетки) и система координации между обеими поверхностями (нейронная сеть). Поведение гидры (питание, передвижение, размножение и т. д.) является следствием различных способов установления динамической связи между сенсорной и моторной поверхностями посредством нервной сети, составляющей нервную систему.

Нейронная структура

Отличительной особенностью нейронов служат их цитоплазматические отростки, имеющие характерную форму и простирающиеся очень далеко, у наиболее крупных нейронов — на десятки миллиметров. Эта универсальная особенность нейронов, присущая всем организмам, обладающим нервной системой, определяет специфическую роль, которую нервная система играет в единствах второго порядка, обеспечивая контакт между клеточными элементами, расположенными в различных частях организма, и тем самым интегрируя их деятельность. Невозможно не заметить те поразительные изменения, которым должна была подвергнуться клетка, чтобы ее размер, первоначально не превышавший нескольких миллионных долей миллиметра, увеличился, путем формирования специальных отростков, до десятков миллиметров, то есть на несколько порядков (рис. 44).

Рис 44. Нейрон и его аксоны



Своим физическим присутствием нейроны различными способами связывают клеточные группы, которые в отсутствие нейронов были бы объединены только общей циркуляцией внутренних веществ организма. Физическое присутствие нейрона делает возможным транспорт веществ между двумя областями весьма специфическим путем, не влияющим на окружающие клетки и их локальное снабжение. Отличительная особенность связей и взаимодействий, которые становятся возможными благодаря нейронным сетям, — ключ к пониманию функционирования нервной системы.

Между нейронами существуют взаимные влияния многих типов. Наиболее известные из них — электрические импульсы, которые распространяются по отростку нейрона аксону со скоростью лесного пожара. Именно поэтому часто говорят, что нервная система — орган, функционирующий на основе электрических импульсов. Но такое мнение верно лишь отчасти, поскольку аксоны контактируют между собой не только посредством электрических импульсов, но и через вещества, транспортируемые внутри аксона, которые, выделяясь из окончаний (или поступая в окончания), вызывают в нейронах, эффекторах или сенсорах, с которыми они контактируют, изменения дифференциации или роста.

С какими типами клеток контактируют нейроны? По сути дела, они соединяются почти со всеми типами клеток внутри организма, но через свои отростки контактируют в основном с другими нейронами. В свою очередь, отростки нейронов высокоспециализированы; они известны под названием дендритов и аксонов. Между этими зонами и телами клеток устанавливаются контакты, которые называются синапсами.

Синапс — это точка, в которой происходит взаимодействие между нейроном и тем с чем он контактирует. Поэтому синапсы — эффективные структуры, позволяющие нервной системе

обеспечивать взаимное влияние друг на друга удаленных групп клеток.

Хотя подавляющее большинство синаптических контактов в нервной системе происходит между самими нейронами, нейроны образуют в организме синапсы и с клетками других типов. Таковы например- клетки, которые мы обобщенно называем клетками сенсорной поверхности. У гидры сенсорная поверхность состоит из всех клеток, способных реагировать на специфические возмущения либо в окружающей среде (таковы, например, стрекательные клетки), либо в самом организме (таковы, например, хеморецеп-торные клетки). Аналогичным образом, существуют нейроны, очень точно контактирующие с клетками моторной поверхности, особенно с мышечными клетками. Короче говоря, нейронная система встроена в организм посредством многочисленных контактов с разнообразными классами клеток, образуя, вместе с клетками сенсорной и моторной поверхностей, сеть точных нейронных взаимодействий.

Синапс

Синапсом называется место контакта между нейронами или между нейроном и другой клеткой, как в нейромышечном синапсе. В таких точках мембраны контактирующих клеток плотно примыкают друг к другу. Кроме того, мембраны здесь специализированы и выделяют особые молекулы — так называемые медиаторы. Распространяющийся по нейрону нервный импульс, достигнув синаптического окончания, вызывает секрецию медиатора, который преодолевает зазор между мембранами и генерирует электрический импульс в принимающей клетке. Только благодаря такого рода специализации между нейронами или между нейронами и другими клетками возможно локализованное взаимодействие, а не диффузное или общее, как это было бы, если бы взаимодействие осуществлялось через изменение концентрации некоторых молекул в кровотоке.

У каждого нейрона на его дендритном дереве имеются многие тысячи синаптических окончаний многих сотен различных нейронов. Каждое из таких окончаний вносит свой вклад в общий обмен электрической активности нейрона, с которым она контактирует. Кроме того, каждый нейрон обладает способностью умически влиять на структуру всех связанных с ним нейронов (рис 45) через диффузию метаболитов, которые выходят из него и, пройдя сквозь синаптические поверхности, распространяются по дендритам до тел соответствующих клеток. От этого двустороннего метаболическо-электрического транспорта зависит в любой момент времени возбуждение и структурное состояние каждого нейрона в нервной системе.

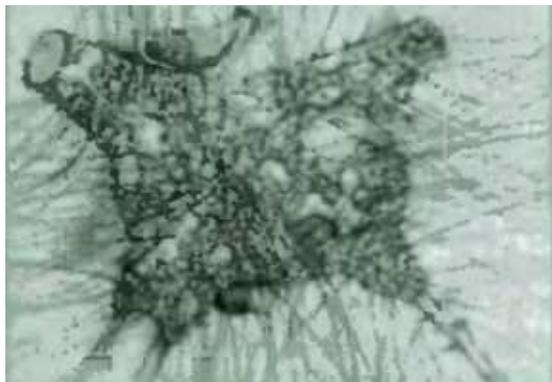


Рис 45. Трехмерная реконструкция всех синаптических контактов, которые получает тело клетки от мотонейронов спинного мозга

Межнейронная сеть

Основная архитектура нервной системы универсальна и характерна не только для гидры, но и для высших позвоночных, включая человека. Единственное отличие кроется не в принципах

организации сети, порождающей сенсомоторные корреляции, а в различающейся у разных видов животных форме реализации этой сети посредством нейронов и соединений нейронов между собой. Действительно, даже беглый обзор типов нейронов, обнаруживаемых в нервных системах животных, свидетельствует об их чрезвычайном разнообразии.

Некоторые разновидности нейронов вы видите на рис. 46. Кроме того, если иметь в виду, что в головном мозгу человека находится более 10^{10} , а может быть и более 10^{11} нейронов (т. е. десятки и сотни миллиардов нейронов), и на каждом из них оканчиваются многочисленные отростки (контакты) от других нейронов, а они, в свою очередь, связаны со многими клетками, то станет ясно, что число возможных комбинаций — величина более чем астрономическая.

Вместе с тем мы хотели бы подчеркнуть, что в своей основе организация чрезвычайно сложной нервной системы человека по существу следует той же логике, что и нервная система скромной гидры. В сериях наследственных трансформаций от гидры до млекопитающих мы встречаем конструкции, представляющие собой вариации на одну и ту же тему. Например, у червей нервная ткань, понимаемая как нейронная сеть, как бы разделена внутри животного на отсеки вместе с нервами, по которым поступают и посылаются сигналы от сенсорных и моторных поверхностей. Каждое изменение в моторном состоянии животного становится продуктом определенного вида активности тех или иных групп нейронов, контактирующих с мышцами (двигательных нейронов). Но двигательная активность порождает многочисленные изменения в сенсорных клетках, расположенных в мышцах, в других частях тела и на поверхности контакта с окружающей средой, а также в двигательных нейронах. Все эти процессы осуществляются посредством изменений в сети про-

Рис. 46. Разнообразие форм нейронов: (слева направо) биполярная клетка сетчатки глаза, тело клетки двигательного нейрона спинного мозга, митральная клетка обонятельной луковицы, пирамидальная клетка коры головного мозга млекопитающего межучеточных нейронов, которые называются вставочными, или ассоциативными, нейронами. Так осуществляется непрерывная сенсомоторная корреляция, определяемая и реализуемая посредством активности межнейронной сети вставочных нейронов. Поскольку эта сеть обладает практически неограниченным числом состояний, варианты возможного поведения организма также практически неограничены.

Таким образом, ключевой механизм, посредством которого нервная система охватывает всю совокупность взаимодействий организма, состоит в следующем: сопряжение между сенсорной и моторной поверхностями достигается с помощью нейронной сети, конфигурация которой может варьировать в самых широких пределах. Механизм весьма прост. Но, раз возникнув он позволяет реализовываться многим различным типам поведения в процессе филогении многоклеточных. По существу, нервная система различных видов отличается только конкретными схемами их межнейронных сетей.

У человека около 10^{11} (сотни миллиардов) ассоциативных нейронов связывают около 10^6 (миллиона) двигательных нейронов, которые активизируют несколько тысяч мышц, с 10^7 (десятком миллионов) сенсорных клеток, рецепторы которых расположены по всей поверхности тела. Между двигательными и сенсорными нейронами лежит головной мозг — гигантская масса ассоциативных нейронов, связывающих их между собой (в пропорции 10:100000:1) в непрерывно изменяющейся динамике.

Например, на рис. 47 схематически изображен кожный сенсорный нейрон, способный реагировать (электрическим импульсом) на надавливание в той точке, где он находится. К каким последствиям приводит функционирование такого нейрона? Начнем с того, что он связан со спинным мозгом, где контактирует со многими ассоциативными нейронами. Некоторые из них

контактируют непосредственно с двигательным нейроном, который, активизируясь, способен вызвать сокращение мышцы, то есть движение. В свою очередь, движение приводит к изменению сенсорной активности, поскольку давление на сенсорный нейрон уменьшается. Так восстанавливается определенное взаимоотношение между сенсорной и моторной поверхностями. Если бы мы описывали происходящее со стороны, то сказали бы, что рука отдернулась от болевого стимула.

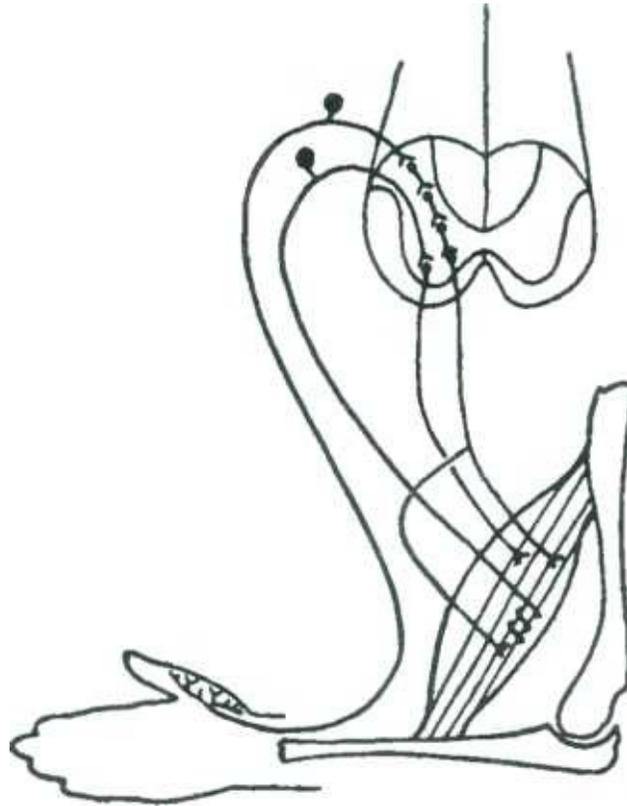


Рис. 47 Сенсомоторная корреляция при движении руки

Но с точки зрения нервной системы происходящее сводится к тому, что в нервной системе посредством нейронной сети поддерживается определенная сенсомоторная корреляция. Так как на активность двигательных нейронов могут, кроме того, влиять многочисленные нейроны, начинающиеся в других частях нервной системы (например, в коре больших полушарий), возможно также поведение, при котором рука остается неподвижной, несмотря на болезненное надавливание. Это означало бы, что установился новый внутренний баланс, затрагивающий другие группы нейронов, более разнообразные, чем в первом случае когда рука отдернулась при воздействии.

Исходя из частных ситуаций, аналогичных приведенному выше примеру с надавливанием на болевую точку, попытаемся представить себе нормально функционирующий организм. Мы обнаружим, что в каждый момент нервная система работает в соответствии с многочисленными внутренними циклами нейронных взаимодействий (аналогично функционированию двигательных нейронов и сенсорных волокон мышцы), которые непрерывно изменяются. Эта активность модулируется теми изменениями сенсорной поверхности, которые обусловлены не зависящими от организма возмущениями (например, надавливанием на кожу). Обычно мы в основном обращаем внимание на то, что легче обнаружить, т. е. на внешние возмущения, и легко даем себя убедить, что именно внешние возмущения являются решающим фактором. Но, как только что было сказано, внешние возмущения могут лишь модулировать постоянно изменяющийся баланс сенсомоторных корреляций.

Проиллюстрируем это важное утверждение на примере того, что происходит в зрительной системе. Обычно принято думать, что зрительное восприятие — это некие действия с отражением, возникающим на сетчатой оболочке глаза, в процессе которых это изображение затем трансформируется внутри нервной системы. Это репрезентационистский подход к явлению. Однако он совершенно непригоден при рассмотрении феномена зрения — это становится очевидным, стоит нам представить себе, что для каждого нейрона сетчатки, проецируемого в зрительную зону коры головного мозга через так называемое латеральное коленичатое ядро (ЛКЯ), существуют сотни нейронов из других зон нервной системы, в том числе из других зон коры головного мозга, сигналы от которых также поступают в ЛКЯ. Таким образом, ЛКЯ представляет собой не просто релейную станцию для передачи изображений из сетчатой оболочки в кору головного мозга, так как в ЛКЯ сходятся многие волокна из других частей мозга и влияют на все исходящие из ЛКЯ сигналы, которые направляются к зрительной зоне коры головного мозга. Наглядно это изображено в рамке под названием «связи в зрительном пути». Обратите внимание на то, что на схеме в качестве одной из структур, оказывающих влияние на происходящее в ЛКЯ, фигурирует та самая зрительная зона, куда поступают импульсы из ЛКЯ. Иначе говоря, обе структуры взаимосвязаны и воздействуют друг на друга, а не просто соединены последовательно.

Связи в зрительном пути

На приводимой ниже схеме изображены многочисленные связи, существующие в латеральном коленичатом ядре мозга млекопитающих. Это ядро — наиболее важная область, формирующая связи между сетчаткой и центральной нервной системой. Каждое из названий, указанных на схеме, соответствует конкретной обособленной совокупности нейронов в различных областях центральной нервной системы, включая кору обоих полушарий. Ясно, что сетчатка воздействует на головной мозг не как телефонная линия, у которой в ЛКЯ находится плечевая станция, поскольку более 80 % сигналов поступает в ЛКЯ одновременно. Следовательно, сетчатка может лишь модулировать, но не определять состояние нейронов в латеральном коленичатом ядре, так как их состояние зависит от всех соматических образований между этим ядром и различными участками мозга. Аналогичная схема (разумеется, с иными названиями) может быть составлена и для любого другого центра в центральной нервной системе.



Нервная система и познание

Достаточно пристально взглянуть на структуру нервной системы (хотя нам не очень много известно о деталях взаимосвязей при изменениях нейронной активности, постоянно происходящих в нервной системе), чтобы убедиться в том, что эффект проецирования изображения на сетчатую оболочку отличается от односторонней передачи сигналов по телефонной линии. Скорее он напоминает еще один голос, добавляемый ко многим другим голосам во время бурного семейного спора, когда достигаемая согласованность действий не

зависит от того, что именно говорит любой конкретный член семьи.

Операциональная замкнутость нервной системы

Как было сказано, поведение — это производимое наблюдателем описание изменений состояния системы относительно окружающей среды, с которой взаимодействует данная система. Мы говорим также, что нервная система не создает поведение, а необычайно его расширяет. Необходимо пояснить, что мы имеем в виду под «расширением». Это значит, что нервная система возникает в филогенетической истории живых существ как сеть специализированных клеток (нейронов), включенная в организм таким образом, что она связывает точки сенсорных поверхностей с точками моторных поверхностей. Таким образом, с помощью нейронной сети, обеспечивающей такие связи, число возможных сенсомоторных корреляций в организме увеличивается и область поведения расширяется.

Как теперь стало ясно, сенсорная поверхность включает в себя не только те клетки, которые мы видим извне как рецепторы, способные воспринять возбуждение, поступающее из внешней среды, но и клетки, которые может возбудить сам организм, в том числе нейронная сеть. Например, в некоторых артериях имеются хеморецепторные клетки, способные реагировать на изменения концентрации кислорода в крови позвоночных. В свою очередь, такие клетки воздействуют на некоторые нейроны, изменяя их активность, и тем самым влияют на состояние всей сети, что приводит к изменениям в ритме активности дыхательных мышц, а это сказывается на уровне кислорода в крови. Таким образом, нервная система функционирует как механизм, поддерживающий в определенных пределах структурные изменения многоклеточного организма. Осуществляя это через многочисленные цепи нейронной активности, структурно связанные со средой. В этом смысле можно сказать, что нервная система характеризуется наличием *операциональной замкнутости*. Иначе говоря, нервная система организована как сеть активных компонент, и любое изменение соотношений активности в ней приводит к дальнейшим изменениям соотношений активности. Некоторые из этих соотношений остаются инвариантными при непрерывных возмущениях, обусловленных и собственной динамикой нервной системы, и взаимодействиями организма, который она объединяет в целое.

Иначе говоря, нервная система функционирует как замкнутая сеть изменений в соотношениях активности между ее компонентами.

Таким образом, испытывая надавливание в какой-либо части тела, мы как наблюдатели можем сказать: «Ага! Сокращение вот этой мышцы заставит меня поднять руку». Но с точки зрения функционирования самой нервной системы (вспомним нашу аналогию с человеком на борту подводной лодки) происходящее всецело сводится к постоянному поддержанию определенных соотношений между сенсорными и моторными элементами, испытывшими временное возмущение в результате надавливания. Поддерживаемые соотношения в рассматриваемом случае довольно просты: это баланс между сенсорной активностью и мышечным тонусом. Трудно описать в нескольких словах, что именно определяет баланс мышечного тонуса по отношению к остальной активности, нервной системы но, как правило, все поведение есть не что иное, как внешнее проявление пляски внутренних взаимосвязей в организме. Задача, с которой сталкивается исследователь, — найти в каждом случае точные механизмы таких нейронных связей.

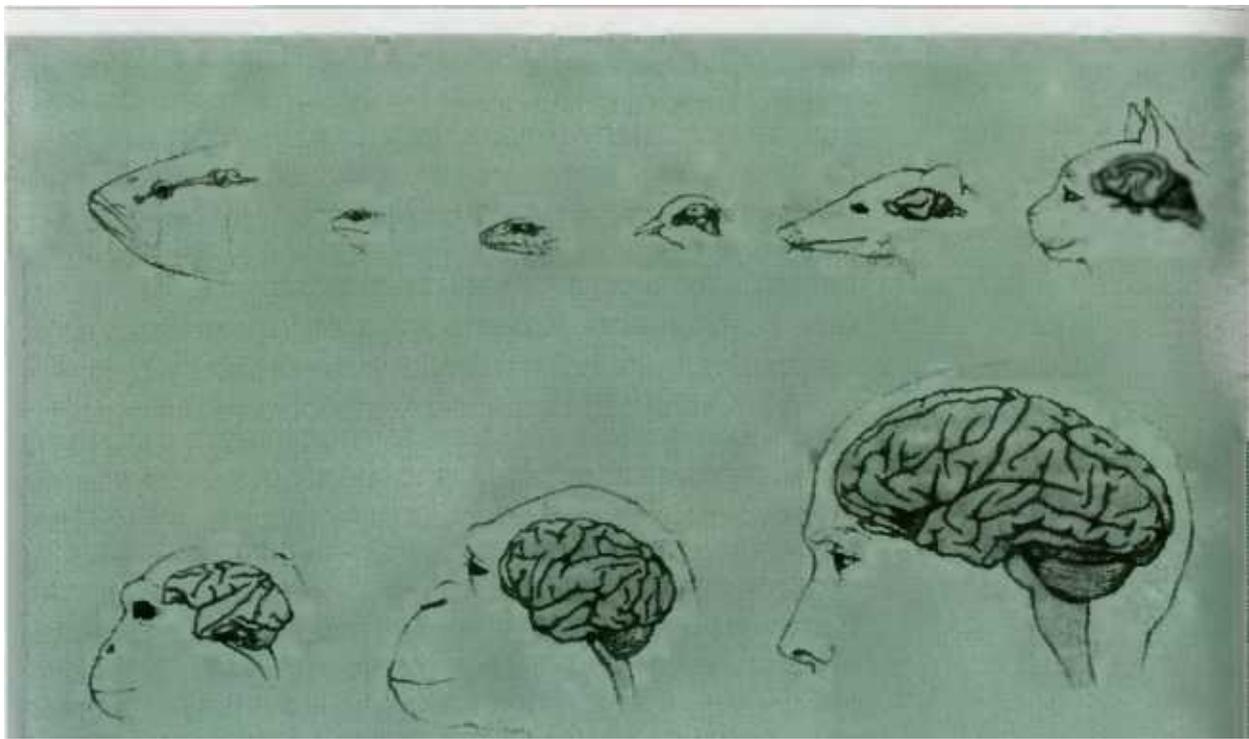


Рис 48 Относительные размеры головного мозга У различных животных

Естественная история нервной системы

У кишечнополостных (гидры) нервная система равномерно распределена по всему организму. У других животных, в том числе у млекопитающих, это не так. В процессе трансформации нервной системы в истории развития живых существ прослеживаются две основные тенденции: (1) объединение нейронов в компактную структуру (нервный тяж) и (2) сосредоточение большей части объема нейронов в головном конце (цефализация). Так, у сегментированных животных, например, у земляных червей, нервная система представляет собой группы клеток, собранные в нервные узлы — ганглии, расположенные в каждом сегменте тела животного; однако эти ганглии уже связаны со слабо выраженным головным нервным узлом. У других животных концентрация нейронов в головном конце может быть огромной, как это отчетливо видно на примере осьминогов и в еще большей мере — человека.

Сказанное свидетельствует, что по мере того, как растет число различных способов нейронных взаимодействий и вследствие этого увеличивается головной отдел нервной системы, функции нервной системы становятся необычайно разнообразными. Это хорошо видно на примере филогенетических деревьев позвоночных, моллюсков и насекомых. Иначе говоря, увеличение массы головного мозга существенно расширяет возможности организма, связанные с его структурной пластичностью. Это имеет первостепенное значение

Сказанное выше показывает, что функционирование нервной системы полностью согласуется с ее основополагающей ролью автономного единства, в котором каждое состояние активности приводит к другому состоянию активности того же единства, поскольку его функционирование носит круговой характер, или характеризуется операциональной замкнутостью. Таким образом, собственная структура нервной системы не нарушает, а усиливает операциональную замкнутость, которая определяет автономную природу живого существа. Мы начинаем ясно понимать, каким образом каждый когнитивный процесс непременно базируется на существовании организма как единства и на операциональной замкнутости его нервной системы. Следовательно, любое познание есть не что иное, как создание сенсорно-эффektorных корреляций в области структурного сопряжения нервной

Пластичность

Мы уже несколько раз упоминали о том, что нервная система находится в состоянии непрерывного структурного изменения, т. е. обладает пластичностью. Действительно, пластичность — важнейшее свойство, влияющее на структуру организма. И именно вследствие своей структурной пластичности нервная система, посредством своих сенсорных и эффекторных органов, вовлеченных во взаимодействия организма, осуществляющие отбор его структурных изменений, — участвует в структурном дрейфе организма с сохранением его адаптации.

Обычно структурное изменение нервной системы не влечет за собой радикальной перестройки всей системы связей. В целом связи системы инвариантны, и, как правило, они одинаковы у всех особей одного вида. При формировании взрослой особи из оплодотворенной зиготы, в процессе развития и клеточной дифференциации, по мере увеличения числа нейронов они начинают ветвиться и соединяться в соответствии со структурой, присущей данному виду. Как именно происходит этот процесс уникальной локальной детерминации — одна из интереснейших загадок современной биологии.

Где же происходят структурные изменения, если не в линиях связи? Ответ в том, что структурные изменения действительно происходят, но не в соединениях, которые объединяют группы нейронов, а в локальных характеристиках таких соединений. Иначе говоря, изменения происходят в конечных разветвлениях и в синапсах. Там молекулярные изменения приводят к изменениям в эффективности синаптических взаимодействий, которые могут существенно сказаться на функционировании всей нейронной сети.

В качестве примера рассмотрим следующий эксперимент. Найдем одну из больших мышц, двигающих ногой мыши, выделим нерв, идущий к этой мышце от спинного мозга, и перережем его, а затем дадим животному оправиться после перенесенной операции. При вскрытии прооперированной мыши мы обнаружим, что мышца, к которой подходил перерезанный нерв, атрофировалась и стала короче, хотя кровоснабжение и питание мышцы оставались без изменений. Все, что мы сделали — прервали электрический и химический транспорт, обычно существующий между мышцей и подходящим к ней нервом. Если мы дадим нерву вырасти снова и иннервировать мышцу, то она восстановится и атрофия исчезнет. Другие эксперименты показывают, что нечто подобное наблюдается между большинством (если не всеми) элементами, образующими нервную систему. Уровень активности и химический транспорт между двумя клетками, в данном случае мышечным волокном и нейроном, модулируют эффективность и способ взаимодействия между ними в процессе их непрерывного изменения. Перерезав нерв, мы продемонстрировали *эту* динамическую особенность весьма наглядно.

Пластичность нервной системы состоит в том, что нейроны вовсе не связаны между собой подобно проводам со штепселями и соединительными гнездами на концах. Места взаимодействия между клетками являются зонами тонкого динамического баланса, модулируемого большим числом элементов, запускающих локальные структурные изменения. Эти элементы возникают в результате активности соприкасающихся клеток и других клеток, продукты жизнедеятельности которых выделяются в кровотоки и омывают нейроны. И все это — часть динамики взаимодействий организма с окружающей его средой.

Мозг и компьютер

Интересно отметить, что операциональная амкнутость нервной системы свидетельствует о

том. что принцип ее фун «циоми; оични- не укладывается в рамки ни одной из двух крайностей — ни репрезентационалистской, ни со-ипсистой.

Он не может быть солипсистским потому, го, будучи составной частью организации нервной системы, участвует во взаимодействиях нервной системы с окружающей средой. Эти взаимодействия непрерывно вызывают в нервной системе структурные изменения, которые модулируют ее динамику состояний. Именно этим объясняется, почему мы как наблюдатели, как правило считаем поведение ЖИВОТНЫХ СОО·пт,»вукчдим обС»' *П*?ЛЮ:44М и почему живо» ны» не ведут себя как, как если ' >ы они не зависели от окружающей среды. Так |роисходит потому, что для функционирова-|ия нервной системы не существует внутрен-чего или внешнего мира, оно всецело сосредоточено на поддержании корреляций, которые непрерывно изменяются (как показания приборов в рубке подводной лодки из приведенного нами примера).

Принцип работы нервной системы не может быть и Р*лриж»«тт11|и0мвт «с1ским, поскольку при каждом, имеем структурное состояние нервной системы определдио \ какие возмущения возможны и какие измене НИЯ МОГУТ ИХ Поэтому было бы ошибочным утверждать будто нервная система имеет входы или выходы в традиционном смысле. Это означало бы, что такие входы или выходы являются составной частью определения системы, как в случае компьютера или других машин, ' .пректи^ «лмных и построенных Такой подход вполне разумен, если мы имеем дело со спроектированной кем-то машиной, основная <пбо*«юс которой заключается в способе нашего взаимодействие с ней. Но нервную систему (или организм) никто не проектировал; она возникла в результате филогенетического дрейфа единств и сосредоточена на их с σN: греми.*«динамике состояний Следовательно, нервную систему необходимо рассматривать как единство, определяемое своими внутренними отношениями, в котором взаимодействия вступают в игру только через модуляцию ее структурной динамики, — т. е. как единицу С операциональной замкнутостью. Иначе говоря. нервная система отнюдь не выбирает «информацию» из окружающей среды вопреки часто встречающемуся утверждению. Наоборот, нервная система создает мир, указывая, какие паттерны окружающей среды могут считаться возмущениями и какие изменена · * чбу*/л «т их в организме. Широко известная «м. называющая мозг «устройством, занимающимся обработкой информации-, не только сомнительна, но и заведомо неверна.

Неизвестно ни одной нервной системы, которая бы в той или иной степени не обладала пластичностью. Но у некоторых организмов, например, у насекомых, пластичность гораздо более ограничена, отчасти потому, что эти организмы меньше по своим размерам и обладают меньшим числом нейронов Феномен структурного изменения особенно ярко проявляется у позвоночных, в частности, у млекопитающих. Можно сказать, что не существует таких взаимодействий и таких связей, которые не влияли бы на функционирование нервной системы в результате вызванных в ней структурных изменений. В частности, мы, человеческие существа, изменяемся под воздействием любого жизненного опыта, хотя иногда эти изменения не очень заметны.

Все это стало известно главным образом из наблюдений за поведением. В настоящее время у нас ьег ясной картины структурных изменений в нервной системе позвоночных, имеющих отношение к пластичности. Нет у нас и четкого описания того, каким образом постоянная трансформация способа нейронного взаимодействия (происходящая в ходе онтогенетического структурного дрейфа организма) связана с сиюминутным поведением. Сегодня это одна из наиболее важных областей исследования в нейробиологии.

Но какими бы ни были точные механизмы, которые участвуют в этой постоянной микроскопической трансформации в ходе взаимодействий организма, такие изменения никогда

нельзя локализовать или рассматривать как нечто присущее жизненному опыту конкретного индивидуума (например, никому не удастся найти в голове собаки запись ее клички). Это невозможно прежде всего потому, что структурные изменения, вызываемые в нервной системе, всегда рассредоточены по нейронной сети вследствие изменений ее относительной активности; и во-вторых, потому, что поведение собаки, откликающейся на свою кличку, есть производимое наблюдателем описание некоторых действий, порождаемых теми или иными сенсомоторными паттернами, функционирующими в пределах практически всей нервной системы.

Пластическое богатство нервной системы находит выражение не в создании «энграмм», или образов предметов окружающего мира, а в ее непрерывной трансформации, происходящей в соответствии с трансформациями окружающей среды, в зависимости от того, каким образом воздействует на нервную систему каждое взаимодействие с окружающей средой. С точки зрения наблюдателя это можно рассматривать как пропорциональное обучение. Но в действительности происходит следующее: нейроны, организм, которые они объединяют, и окружающая среда, с которой они взаимодействуют, действуют совместно, отбирая соответствующие структурные изменения; при этом они структурно взаимосвязаны: функционирующий организм вместе со своей нервной системой отбирает структурные изменения, позволяющие ему продолжать функционировать, или гибнет.

В глазах наблюдателя организм выглядит как единство, соразмерно двигающееся в изменяющейся окружающей среде, и наблюдатель говорит об обучении. Структурные изменения, происходящие в нервной системе, кажутся ему соответствующими условиям, с которыми взаимодействует организм. Но с точки зрения функционирования нервной системы существует только непрекращающийся структурный дрейф, следующий такому направлению, при котором на каждом этапе сохраняется структурное сопряжение (адаптация) организма со средой его взаимодействия

Врожденное поведение и приобретенное поведение

Мы уже неоднократно говорили — и давайте не забывать об этом, — что любое поведение есть феномен, связанный с отношениями между организмами и окружающей средой, который мы отмечаем как наблюдатели. При этом диапазон возможных вариантов поведения задается структурой организма. Структура определяет и области взаимодействия. Именно поэтому у организмов одного вида неизменно развиваются конкретные структуры, независимо от специфики их историй взаимодействия. О таких структурах говорят, что они генетически заданы, а варианты поведения (если таковые существуют), которые они делают возможными называются **инстинктивными**. Когда новорожденный младенец принимается сосать материнскую грудь, он делает это независимо от того, родился ли он естественным путем или был извлечен в результате кесарева сечения, появился на свет в сверхсовременном городском родильном доме или на каком-нибудь островке на краю цивилизации.

Но если структуры, делающие возможным определенный вариант поведения у особей одного вида, развиваются только при наличии у них конкретной истории взаимодействий, то такие структуры называются онтогенетическими, а поведение — приобретенным. Девочка-волк, о которой мы упоминали в предыдущей главе, была лишена тех социальных взаимодействий, которые имеет каждый ребенок, и, например, ее способность бегать на двух ногах так и не получила развития. Даже в столь элементарных видах активности, как бег, мы зависим от человеческого **контекста, который** окружает нас, как воздух, которым мы дышим

Следует подчеркнуть, что врожденное и приобретенное поведение внешне неразличимы ни по своим механизмам, ни по проявлению. Различие между ними кроется в истории тех структур, которые делают их возможными. Именно поэтому отнесение конкретного поведения к врожденному или приобретенному зависит от того, насколько мы осведомлены о соответствующей структурной истории. Проводить различие между ними на основании одних лишь наблюдений за сиюминутным функционированием нервной системы нельзя.

Важно сознавать, что мы склонны рассматривать обучение и память как поведенческие явления, связанные с «восприятием» (получением) чего-либо из окружающей среды. Тем самым предполагается, что нервная система оперирует с образами. Но, как мы уже видели, такая предпосылка затемняет суть дела и чрезмерно затрудняет понимание когнитивных процессов. Все сказанное выше указывает на обучение как на выражение структурного сопряжения, всегда обеспечивающего совместимость деятельности организма с его окружающей средой. Когда мы как наблюдатели рассматриваем какую-нибудь последовательность возмущений, которые нервная система компенсирует одним из многих возможных способов, нам кажется, что нервная система заимствует нечто из окружающей среды. Однако мы уже знаем, что такое описание разрушает весь наш логический расчет: создавалось бы впечатление, будто нечто полезное для общения между нами как наблюдателями является одновременно операциональным элементом нервной системы. Описание обучения как интернализации окружающей среды затемняет суть дел, поскольку создает ложное впечатление, будто в структурной динамике нервной системы имеются явления, которые существуют только в дескриптивных областях некоторых организмов, обладающих, как и мы, языком.

Знание и нервная система

В предыдущей главе мы говорили о сферах поведения. В этой главе речь шла о

фундаментальной организации нервной системы. Тем самым мы еще ближе подошли к повседневному явлению, которое называем получением знаний. Теперь мы расплываем всем необходимым, чтобы уточнить, что именно имеется в виду, когда мы говорим, что некое действие есть познание.

Если задуматься над тем, каким критерием мы пользуемся, когда говорим, что некто *обладает* знанием, то станет ясно, что под знанием мы понимаем эффективное действие в той области, в которой ожидается ответ. Иначе говоря, мы ожидаем эффективного поведения в контексте, который мы задаем своим вопросом. Таким образом, два наблюдения, произведенные над одним и тем же субъектом в одних и тех же условиях, но при различной постановке вопроса, могут привести к различным когнитивным оценкам поведения субъекта.

Это наглядно иллюстрирует следующая история, взятая из реальной жизни. На экзамене студента университета попросили: «Определите высоту башни университета с помощью альтиметра». Студент взял альтиметр, привязал его к длинной веревке и, взобравшись на самый верх башни, осторожно спустил альтиметр на веревке до основания башни. Затем он измерил длину веревки, которая составила 30 м 40 см. Однако профессор счел ответ студента неверным. Студенту была предоставлена еще одна попытка. Профессор снова попросил его: «Определите высоту башни университета с помощью этого альтиметра». Студент взял альтиметр и, вооружившись гониометром, отправился на лужайку по соседству с университетом. Став на определенном расстоянии от башни, он воспользовался альтиметром как небольшой линейкой и построил подобные треугольники, из которых вычислил высоту башни. На этот раз она получилась равной 30 м 15 см. И на этот раз профессор не был удовлетворен ответом. Студенту была предоставлена еще одна попытка — и вновь с тем же результатом. Студент предложил шесть различных решений, но ни в одном из них альтиметр не был использован по своему прямому назначению. Ясно, что в определенном смысле студент проявил больше знаний, чем от него требовалось. Однако с точки зрения вопроса, заданного ему профессором, его знание было неадекватным.

Знание

Мы признаем наличие знаний всякий раз, когда наблюдаем эффективное (или адекватное) поведение в некотором заданном контексте, T с & сфере или области, определяемой (явно или неявно) самой постановкой вопроса

Поэтому мы хотим особо подчеркнуть, что оценка знания всегда производится в контексте отношений.

В таком контексте структурные изменения, запускаемые в организме возмущениями окружающей среды, представляются наблюдателю откликом на окружающую среду. Наблюдатель ожидает, что, исходя из этого отклика, ему удастся оценить структурные изменения, вызванные в организме. С такой точки зрения любое взаимодействие организма, любое наблюдаемое поведение *может* быть оценено наблюдателем как когнитивный акт. Точно так же факт жизни — сохранения неразрывного структурного сопряжения как живого существа — состоит в *знании* в пределах области существования. Короче говоря, жить означает познавать (жить означает совершать эффективные действия в области существования в качестве живых существ)

В принципе этого достаточно для объяснения участия нервной системы во всех когнитивных измерениях.

Но если мы хотим понять участие нервной системы во всех конкретных формах человеческого знания, то, разумеется, нам было бы необходимо описать все специфические и конкретные процессы, участвующие в порождении человеческого поведения в различных

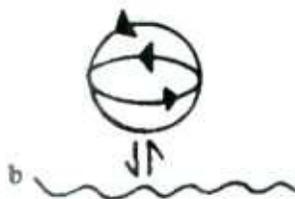
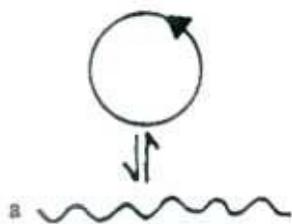
областях структурного сопряжения. Для этого нам бы пришлось во всех подробностях рассмотреть функционирование нервной системы у людей, что далеко выходит за рамки этой книги.

Резюмируя, можно утверждать, что нервная система участвует в когнитивных явлениях двумя взаимно дополняющими путями. Оба связаны с конкретным способом функционирования нервной системы как нейронной сети обладающей операциональной замкнутостью, в качестве составной части метаклеточной системы

Первый, и наиболее очевидный, заключается в расширении области возможных состояний организма, происходящем вследствие увеличения разнообразия сенсомоторных паттернов, предусматриваемых нервной системой, которое служит ключом к ее участию в функционировании организма.

Второй путь реализуется через открытие новых измерений структурного сопряжения для организма, вследствие чего в организме становится возможным установление соответствия между многочисленными различными внутренними состояниями и различными взаимодействиями, в которых организм принимает участие.

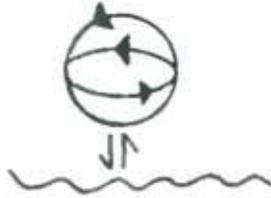
Наличие или отсутствие нервной системы определяет разрыв по любым показателям между организмами, обладающими относительно ограниченной способностью к познанию, и существами, чья способностью к познанию безгранична, например людьми. Чтобы подчеркнуть ее ключевое значение, к символу аутопо-зного (одно- или многоклеточного) единства (слева вверху) мы должны добавить символ, учитывающий наличие нервной системы, которая, будучи операционально замкнутой, функционирует в то же время как неотъемлемая часть организма. Графически мы кратко изобразили совокупный символ слева внизу.



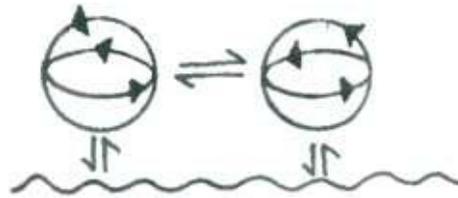
В организме с нервной системой, столь богатой и обширной, как нервная система человека, области взаимодействия открывают путь **новым феноменам**, делая возможным возникновение новых размерностей структурного сопряжения. У человека такими новыми размерностями стали язык и самосознание. Эти неизведанные территории мы намереваемся исследовать в следующих главах.

8. Социальные явления

Рассмотрим ситуацию, параллельную той, которая была проанализирована в гл. 4 относительно происхождения метаклеточных: вместо того, чтобы концентрировать внимание на одном организме с его нервной системой,



попытаемся выяснить, что происходит, когда такой организм вступает в структурное сопряжение с другими организмами



Как и в случае клеточных взаимодействий в метаклеточных организмах, ясно, что с точки зрения внутренней динамики одного организма другой организм служит источником возмущений, неотличимых от тех, что поступают из «небиотической» окружающей среды. Однако *возможно, что в* ходе онтогенеза взаимодействия между организмами приобретают *рекуррентный* характер. Это с необходимостью приводит к последующим структурным дрейфам, к совместным онтогенезам (коонтогенезам) с взаимным включением через взаимное структурное сопряжение при сохранении каждым организмом своей адаптации и организации. Когда такое происходит, организмы, участвующие в совместном дрейфе, порождают *новую феноменологическую область*, которая может стать особенно сложной, если существует нервная система. Явления, возникающие из подобных *структурных сопряжений третьего порядка*, станут предметом рассмотрения этой и последующих глав.

Структурные сопряжения третьего порядка

на этом этапе обсуждения мы уже не должны удивляться тому, что могут встречаться и сопряжения третьего порядка, поскольку в основном они являются теми же механизмами, которые мы рассматривали при выяснении структуры аутопоэзных единств второго порядка. В действительности, как только возникают организмы, обладающие нервной системой и принимающие участие в рекуррентных взаимодействиях, сразу же как естественный результат конгруэнции онтогенетических дрейфов возникают и сопряжения третьего порядка, характеризующиеся определенной сложностью и стабильностью. Каким образом мы можем лучше понять сопряжения третьего порядка?

Прежде всего, необходимо сознавать, что такие связи совершенно необходимы для непрерывности наследственных линий организмов при половом размножении, так как гаметы должны встречаться и «сливаться». Кроме того, у многих животных, которым для рождения новых особей необходимо спаривание детеныши нуждаются в опеке со стороны родителей. Следовательно, та или иная степень поведенческой сопряженности сопутствует рождению и воспитанию молодняка.

Так как сопряжения третьего порядка — явление относительно универсальное, такие

сопряжения в различных формах встречаются у различных групп животных. Эти формы различаются и по тому, где и как они возникают, и по тем дополнительным явлениям, которые они порождают. Как человеческие существа, воспитанные в патриархальной культуре, мы склонны думать, что для женщины естественно заботиться о ее ребенке, а для мужчины естественно заботиться об их защите и добывать пропитание. Предположительно, такое представление отчасти основано на том, что мы принадлежим к млекопитающим, для которых характерно более или менее длительное кормление грудью, и в это время забота о молодняке ложится на мать. Среди млекопитающих не ни одной вида, у которого выведением потомства занимался бы самец.

Однако столь четкое распределение ролей носит далеко не универсальный характер. Например, среди птиц распределение забот по воспитанию потомства варьирует в широких пределах. Например, и у самца, и у самки в зобе может образовываться своеобразный продукт, напоминающий по консистенции молоко, который они отрывают птенцам. В других случаях именно самец охраняет яйца и птенцов, как это, например, происходит у южноамериканских страусов, у которых самец спаривается с гаремом самок (полигиния), каждая из которых откладывает яйца в общую ямку. Как только ямка наполнится, самец принимается усердно охранять потомство.

Склонности самца к «домашнему очагу» приобретают смешанный характер у другой южноамериканской птицы — яканы. Самка метит более или менее обширную территорию. Она подготавливает несколько гнезд и впускает на свою территорию такое же число самцов (полиандрия). После оплодотворения самка откладывает по яйцу во все гнезда и строит еще одно гнездо, для себя, в которое откладывает еще одно яйцо. Таким образом, у яканы удовольствие выращивать птенцов разделяют как самки, так и самцы (рис. 50).

Еще более удивительный вариант поведения мы встречаем у пингвинов. Добывание пищи у них сопряжено с большими трудностями и требует участия обоих родителей. Так как же пингаины заботятся о птенцах? Весьма интересным образом: когда родители отправляются на поиски пищи, часть взрослых особей группы остаются и присматривают за всеми птенцами сразу, получается настоящий детский сад.

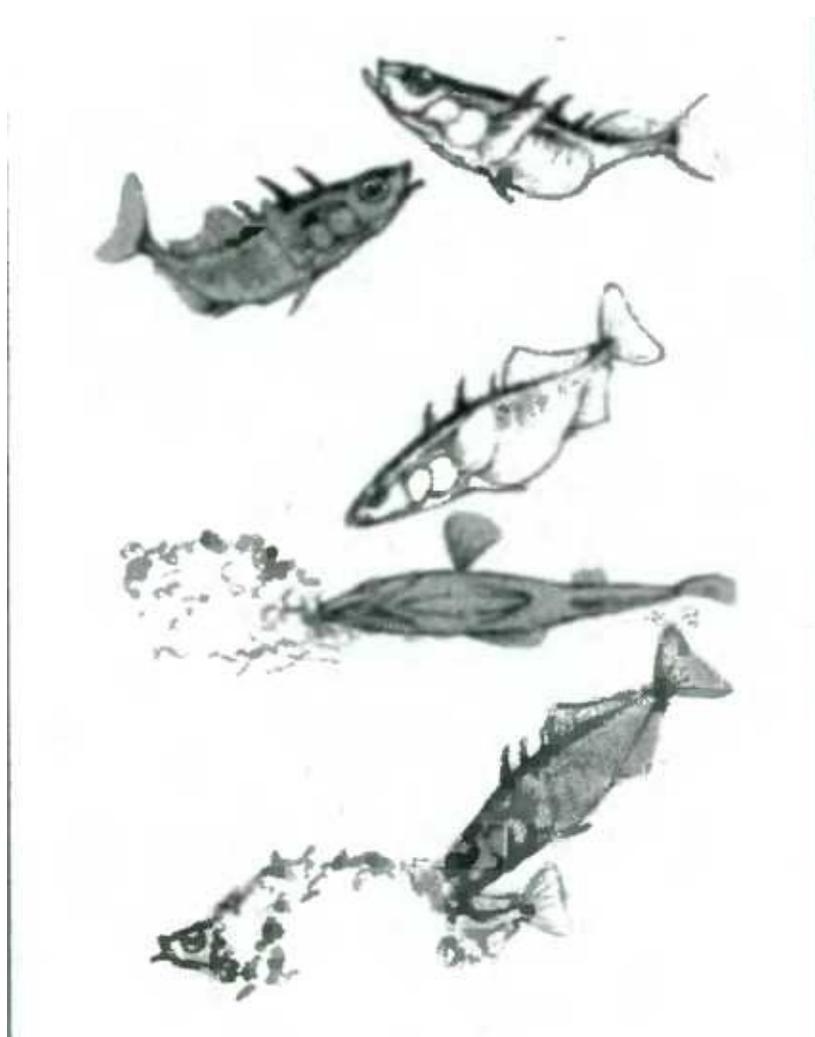
У рыб уникальным примером может служить трехиг-лая колюшка. Самец колюшки строит гнездо, привлекает самку, чтобы та отложила икру в гнездо, после чего изгоняет ее (рис. 51). Оставшись в одиночестве, самец с помощью движений хвоста добивается усиленной циркуляции воды, омывающей икринки, и делает так до тех пор, пока не проклюнутся мальки. После этого самец присматривает за ними, пока они не станут самостоятельными. Иначе говоря, всю заботу о воспитании потомства у трехиглой колюшки берет на себя самец. Его отношения с самкой ограничиваются лишь брачным периодом и метанием икры.



Рис. 50. Якана

В других случаях большую часть заботы о выращивании потомства берет на себя самка. Мы могли бы привести множество других примеров необходимости связи между размножением и выращиванием молодняка. Ясно, что жесткого распределения ролей не существует, как не существует его и в человеческих обществах, где наблюдается множество случаев полиандрии и полигинии и где разделение между родителями обязанностей по воспитанию молодого поколения варьирует в широких пределах от одной крайности

Рис. 51. Фрагменты брачно-го поведения трехиглой колюшки до другой. Зна-№ 11с. моная часть разнообразия в сопряжении третьего порядка, куда включены и мы, зиждется на широком разнообразии поведенческих сопряжений, обусловленных наличием нервной системы. Это необходимо постоянно иметь в виду, чтобы понять социальную динамику человека как биологический феномен.



Общественные насекомые

Сопряжения, связанные с половым поведением и воспитанием потомства, по существу носят временный характер. Существует множество других типов поведенческих сопряжений. Они могут приводить к выработке гораздо более специализированной поведенческой координации между членами группы, которая может продолжаться всю жизнь.

Классическим и более значительным примером сопряжения третьего порядка, охватывающего весь онтогенез участвующих организмов, могут служить общественные насекомые. К их числу относятся многие виды, принадлежащие к различным отрядам. У некоторых из них весьма сходные механизмы возникли параллельно. Хорошо известными примерами общественных насекомых могут служить муравьи, термиты, осы и пчелы.

На рис. 52 представлены различные особи, относящиеся к группе мирмициновых муравьев — одной из наиболее изученных групп. Нетрудно видеть, что все они значительно отличаются по форме. Их морфологическое строение четко дифференцировано в зависимости от того, какую функцию та или иная особь выполняет в колонии. Например, большинство особей, изображенных на рис. 52, — это бесплодные самки; в их задачу входит создание запасов пищи, охрана колонии, забота о яйцах и состоянии муравейника. Самцы скрываются внутри муравейника, где обычно имеется лишь одна самка, способная давать потомство, — царица (на рис. 52 она обозначена буквой *g*). Среди бесплодных самок привлекают внимание особи с огромными очень сильными челюстями. Они гораздо крупнее рабочих самок (*e* и *f*). Большинство муравьев в таком муравейнике не принимают никакого участия в размножении. Репродукцией занимаются только царица и самцы; тем не менее все особи в муравейнике

связаны единой структурной динамикой и, если их изолировать, погибают (или живут очень недолго).

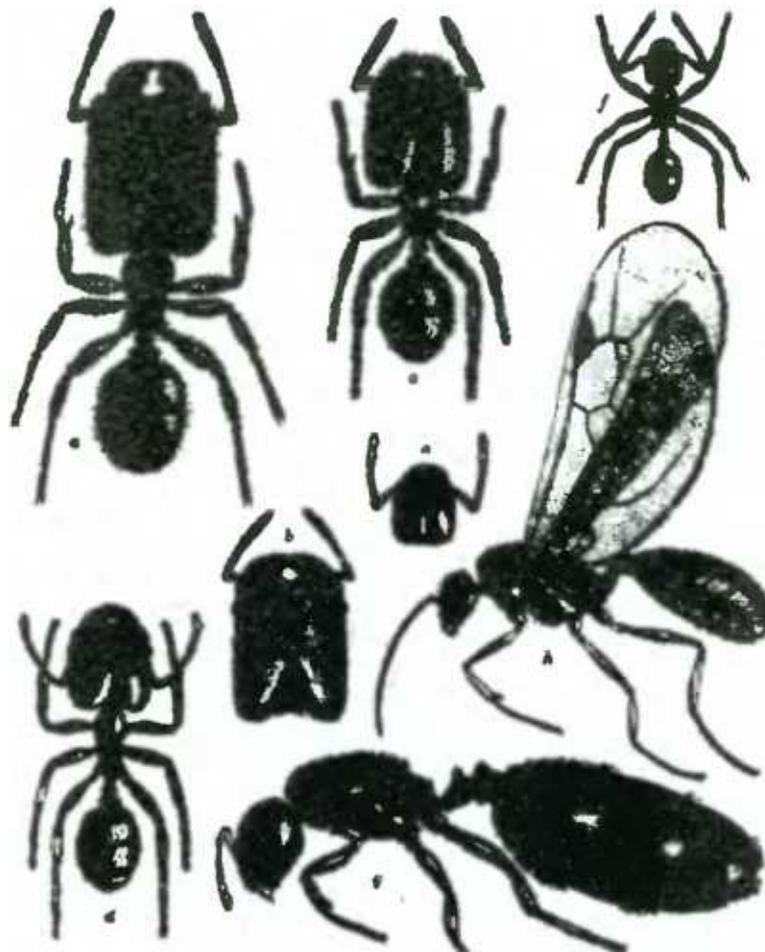


Рис 52. Различные морфологические касты муравьев *phaidole kingi instabilis*: *a-f*- рабочие муравьи, *g* самка-«царица», *h* — самец

Механизм структурного сопряжения у большинства общественных насекомых связан с обменом некоторыми веществами. Таким образом, речь идет о химическом сопряжении. Действительно, между членами колонии муравьев устанавливается непрерывный поток обмена продуктами секреторной деятельности: при каждой встрече муравьи обмениваются некоторой долей содержимого своих желудков. Мы можем проследить за этим, наблюдая за муравьиной дорожкой в саду. Вследствие этого непрерывного химического потока, называемого *трофаллаксом* (рис 53), возникает распределение по всей популяции некоторого количества веществ (в том числе гормонов), ответственных за дифференциацию и распределение ролей. Например, царица остается царицей до тех пор, пока она определенным образом питается, а вырабатываемые ею вещества распределяются среди членов колонии. Если царицу удалить из муравейника, то гормональный дисбаланс, вызванный ее отсутствием, тотчас же приведет к изменению питания личинок, и из них разовьются царицы. Все онтогенезы различных членов колонии муравьев связаны в коонтогенетический структурный дрейф, поскольку они протекают в сети непрерывно изменяющихся трофаллактических взаимодействий. В колонии муравьев онтогенез каждой особи согласуется с онтогенезами других особей.

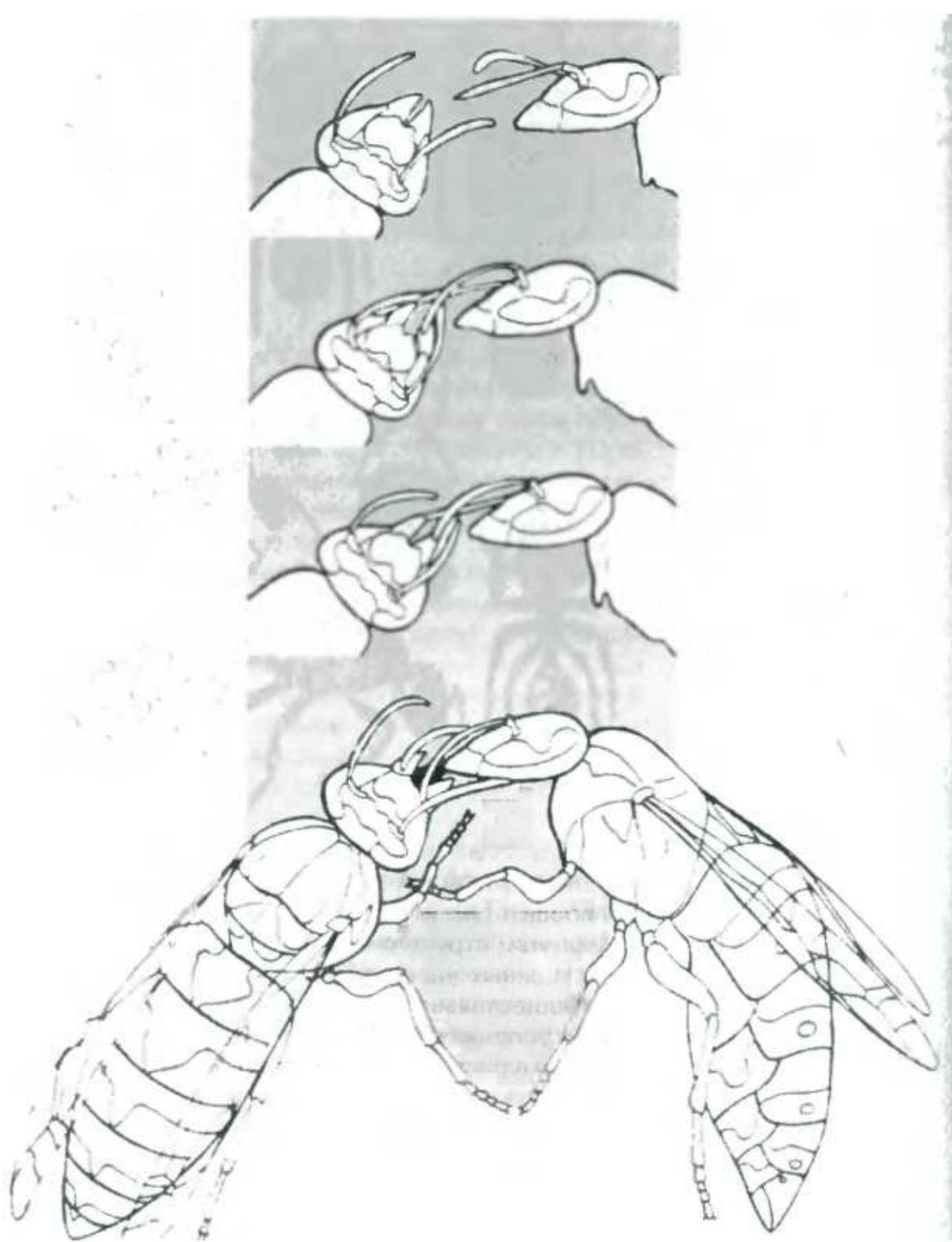


Рис 53 Механизм сопряжения у общественных насекомых- трофаллак-сис (взаимное кормление)

Детальные процессы и механизмы, определяющие образование каст, способы кооперации различных видов, территориальную организацию и многие другие аспекты в жизни общественных насекомых стали предметом многочисленных исследований и поныне остаются неиссякающим источником сведений, позволяющих обнаруживать самые неожиданные формы структурных сопряжений у общественных насекомых. Следует отметить, что всем этим формам поведения в определенной степени присуща жесткость и отсутствие пластичности, что неудивительно, поскольку насекомые (как и многие другие беспозвоночные) по существу организованы на основе внешней брони из хитина. Внутри брони заключены мышцы, которые приводят ее в движение. Такое строение влечет за собой ограничение максимальных размеров, которых может достигать насекомое, а следовательно, и размеров его нервной системы

Вследствие этого насекомые не различаются сколько-нибудь значительно по своему индивидуальному поведению или способности обучаться. Позвоночные же, обладая внутренним скелетом, к которому крепятся мышцы, способны расти значительно дольше и не столь ограничены в размере. Тем самым открывается возможность для появления более крупных организмов (с большим числом клеток) с более развитой нервной системой, делающей возможным большее разнообразие состояний и более разнообразное поведение.

Общественные позвоночные

Представим себе стадо копытных, например антилоп, живущее в горах. Если нам случится приблизиться к нему, то едва мы подойдем на расстояние в сотню ярдов, как все стадо умчится прочь. Обычно животные убегают, пока не достигнут какого-нибудь более высокого места. Там они останавливаются и снова начинают наблюдать за окрестностями. Перебираясь с вершины на вершину, стаду приходится пересекать долины, где обзор затруднен. При этом можно наблюдать четко выраженный образец социального сопряжения: впереди стада движется вожак, за ним следуют самки и молодняк. Другие самцы замыкают шествие, а один самец остается позади на ближайшей вершине и следит за обстановкой, пока стадо спускается в долину. Как только стадо поднимается на новую возвышенность, «сторож» присоединяется к нему (рис. 54).

Как и в случае общественных насекомых, жизнь при наличии сопряжений третьего порядка, или, для краткости, общественная жизнь, позволяет отдельным позвоночным (млекопитающим в приведенном выше примере) участвовать в отношениях и видах деятельности, возникающих в процессе координации поведения в остальном независимых организмов. Такая координация может осуществляться посредством любого вида взаимодействий — химического, визуального, акустического и т. д.

Структурные различия, которые проявляются в различных ролях, исполняемых членами групп у млекопитающих, часто кажутся нам менее заметными, чем структурные различия у муравьев или термитов, поскольку речь идет скорее о кратковременных изменениях внешнего вида или позы, чем о стойких изменениях формы тела. В качестве примера сошлемся хотя бы на поведение молодого самца антилопы, охраняющего стадо. Нечто аналогичное мы наблюдаем у волков, которые координируют свое поведение, принимая различные позы (оскаливая зубы, прижимая уши,

Рис. 54 Бегство как социальное явление у оленей

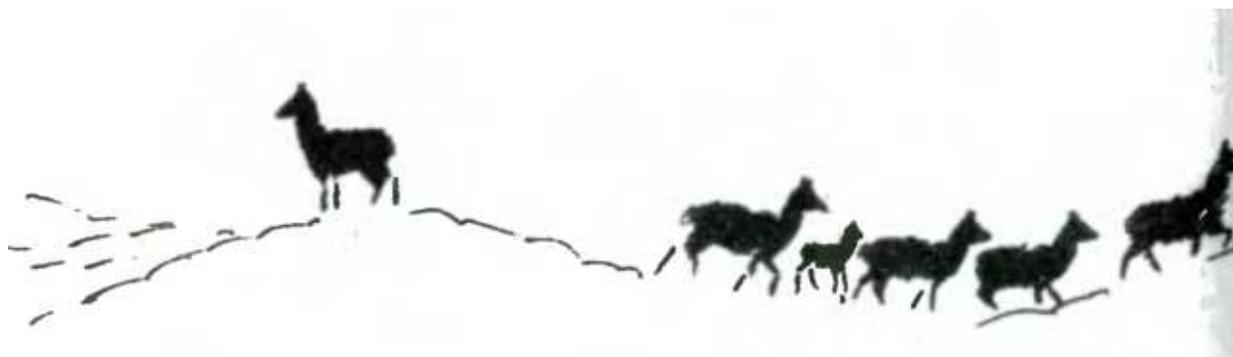




Рис 55. Охота как социальное явление у волков (махая хвостом). Организованные в стаю, волки способны преследовать, загонять до изнеможения и убивать крупного лося (рис. 55), т. е. делать то, что недоступно им в одиночку. Волки — хороший пример гибкости, проявляемой млекопитающими для достижения координации своего поведения.

У позвоночных мы наблюдаем различные типы взаимодействия, главным образом визуального и акустического. Такое взаимодействие позволяет им породить новый круг явлений, недоступных одиночным, изолированным друг от друга животным. В этом отношении позвоночные обладают сходством с общественными насекомыми, но, благодаря развитой нервной системе и визуально-акустическому сопряжению, отличаются от них большей гибкостью.

Аналогичная ситуация наблюдается и у приматов. Например, в африканской саванне обитают павианы, чье групповое поведение в природной среде (весьма существенно отличающееся от их поведения в неволе), ставшее предметом тщательного изучения, проявляется в постоянном и многократном взаимодействии, которое может быть визуальным (позы), тактильным или осуществляться с помощью жестов^[12]. При этом устанавливается динамическая система иерархических отношений, которая обуславливает согласованность действий членов группы, проявляющуюся во время миграций павианов или их встреч с хищником, например, с

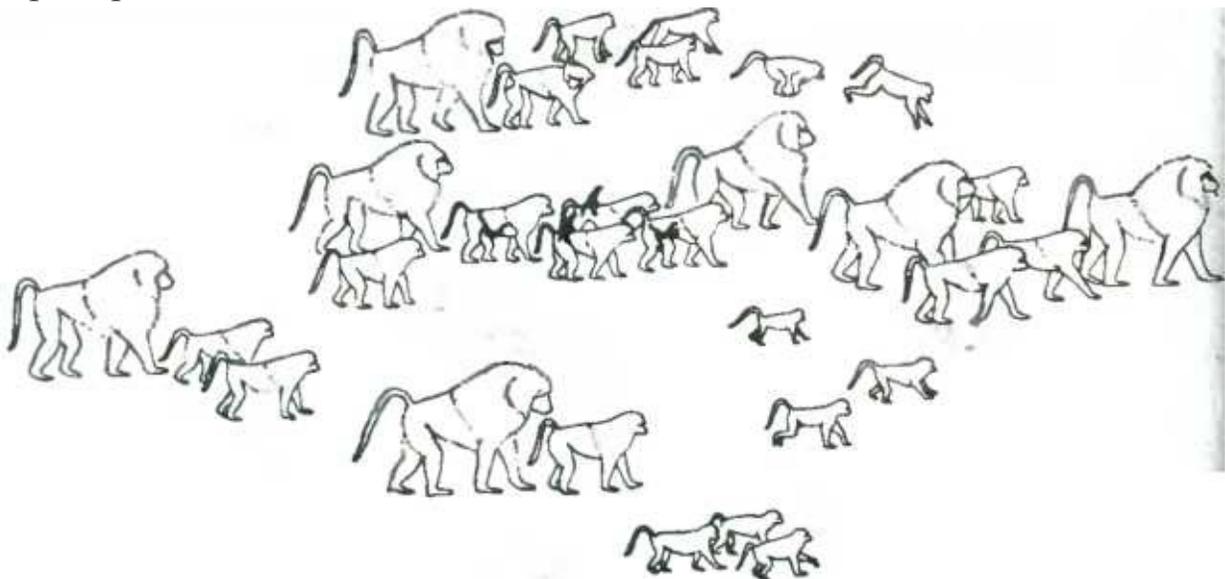


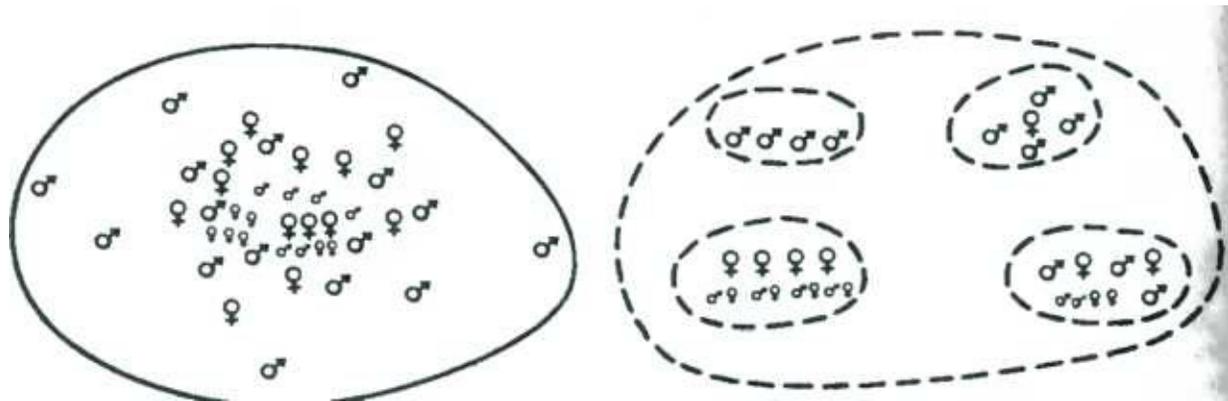
Рис. 56. Группа бабуинов в движении львом. Когда группа переходит с места на место, доминирующие самцы и самки, а также детеныши, перемещаются в центр. Остальные самцы, взрослые и подростки, и самки располагаются в головной части группы и замыкают шествие (рис. 56). Ежедневно на протяжении многих часов павианы играют или ухаживают друг за другом, пребывая в непрерывном взаимодействии. В таких группах мы наблюдаем то, что принято называть проявлением индивидуальных темпераментов: одни павианы раздражительны, другие заторможены и т. д. Все это поведенческое разнообразие накладывает неповторимый отпечаток на каждое стадо павианов; каждая особь непрерывно подстраивает свое поведение под сеть взаимодействий, которую группа формирует в соответствии со своей динамикой, с историей структурных сопряжений в стаде. Несмотря на различия, в группе павианов складывается определенный стиль организации, стиль, который обобщается от группы к группе и поэтому отражает филогенетическую линию, разделяемую всеми группами

Рис. 57. Схема распределения особей у бабуинов и шимпанзе

1. Распределение, характерное для бабуинов, обитающих в саванне

2. Распределение, характерное для шимпанзе, обитающих в джунглях.

Сплошная линия — граница замкнутой группы; ил риховая линия — границ* открытой группы



У различных групп приматов наблюдаются разнообразные способы и стили взаимодействия. Гамадрилы Северной Африки обычно очень агрессивны и отличаются очень жесткой иерархией. У шимпанзе сеть взаимоотношений более подвижна, а иерархия выражена не столь четко, что позволяет существовать значительно более многочисленным семейным группам и допускает в широких пределах подвижность отдельной особи в пределах группы (рис. 57). Таким образом, каждая группа приматов обладает своими собственными отличительными особенностями.

Социальные явления и коммуникация

Социальными мы называем явления, которые возникают при спонтанном установлении сопряжений третьего порядка, а социальными системами — образующиеся при этом единства третьего порядка. Форма, которую принимают единства этого класса, варьирует в широких пределах от насекомых через копытных до приматов. Общим для них является то, что когда бы они ни возникли (даже если на совсем короткое время), их появление порождает специфическую внутреннюю феноменологию, а именно такую, при которой *индивидуальные онтогенезы всех участвующих организмов по существу являются компонентами сети ко-онтогенезов, которые возникают при появлении единств третьего порядка.*

Так как структура социальной системы приводит к реальному коонтотгенезу ее компонентов, она же вызывает и их взаимную структурную сопряженность, и любой индивидуальный организм является членом некоторого социального единства лишь до тех пор, пока он остается составным звеном взаимного структурного сопряжения. Следовательно, мы можем описывать поведение как взаимную координацию между компонентами. Мы называем *коммуникацией* координированное поведение, которое взаимно запускают друг у друга члены социального единства. При таком подходе мы понимаем под коммуникацией особый тип поведения (при наличии нервной системы или без таковой) в функционировании организмов в социальных системах. Как и во всех разновидностях поведения, если мы можем отличить инстинктивное социальное поведение от возникшего через обучение, то можно различать и филогенические и онтогенические формы коммуникации.

Социальные явления

Социальными мы называем явления, связанные с участием организмов в образовании единств третьего порядка.

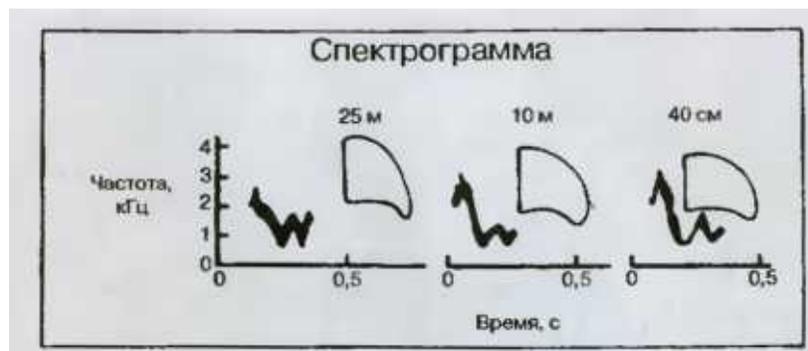
Коммуникация

Как наблюдатели мы называем *коммуникативными* те типы поведения, которые встречаются в социальном сопряжении, а *коммуникацией* — тот тип координации поведения, который возникает в результате коммуникативного поведения.

Таким образом, отличительная особенность коммуникации заключается не в том, что механизм ее возникновения иной, нежели у других типов поведения, а в том, что коммуникация имеет место в области социального поведения. Это в равной степени относится и к нашей деятельности по описанию нашего собственного социального поведения, сложность которого не означает, что наша нервная система функционирует каким-то особым образом.

Феномен культуры

Прекрасным примером коммуникации, не связанной с человеком, может служить пение некоторых птиц, таких, как попугаи и некоторые родственные им виды. Обычно эти птицы живут в чаще леса, где визуальный контакт сильно ограничен или вообще отсутствует. В этих условиях спаривающиеся особи находят друг друга и координируют свое поведение, исполняя общую песню. Например, на рис. 58 вы видите спектрограмму двух африканских птиц. рис. 58. Вокальный дуэт африканских птиц.



Спектрограмма представляет собой способ отображения звуков на бумаге в виде двухмерного графика, соответствующего непрерывной музыкальной записи.) При анализе спектрограммы может показаться, будто каждая из птиц поет целиком всю мелодию. Но в действительности это не так — на самом деле птицы исполняют дуэт: каждая выпевает фразу, которую подхватывает и продолжает партнер. При этом у каждой пары собственная мелодия, сложившаяся за время

существования данной пары. В этом случае (в отличие от того, что происходит у многих других птиц) вокальная координация поведения у поющей пары — явление онтогенетическое.

Метафора коммуникационного канала

Наши рассуждения привели нас к заключению, что с точки зрения биологии в коммуникации не существует «переданной информации». Коммуникация происходит всякий раз, когда существует координация поведения в области структурной сопряженности.

Это заключение покажется удивительным только в том случае, если мы не станем возражать против зародившейся недавно метафоры, ставшей популярной с развитием так называемых средств коммуникации. Согласно этой метафоре коммуникационного канала, коммуникация есть нечто, порождаемое в определенной точке. Затем она распространяется по каналу связи (коммуникационному каналу) и поступает к приемнику на другом его конце. Следовательно, существует *нечто коммуницируемое* и это коммуницируемое составляет неотъемлемую часть того, что распространяется по каналу. Например, мы обычно говорим об «информации», содержащейся в изображении, объекте или, более наглядно, в печатном слове.

Как показывает наш анализ, эта метафора в корне неверна. Она предполагает существование единства, не определенного структурно, в котором взаимодействия несут в себе инструкции, или команды, хотя происходящее с системой при взаимодействии определяется возмущающим агентом, а не ее структурной динамикой. Однако ясно, что даже в повседневной жизни ситуация с коммуникацией иная: каждый говорит то, что говорит, или слышит, что слышит, в соответствии со своей собственной структурной детерминацией; способность говорить еще не означает способность слышать. С точки зрения наблюдателя в коммуникативном взаимодействии всегда существует неопределенность. Феномен коммуникации зависит не от того, что передается, а от *Того** что происходит с тем, кто принимает передаваемое, а это нечто весьма отличное от «передаваемой информации».

Альтруизм и эгоизм

Между организмами и оценка их высокой универсальности и большого разнообразия подводят нас к особому социальному явлению. Когда мы видим, что одна антилопа отстает от стада и подвергает себя большему риску, чем остальные, можно сказать, что пользу от этого получает стадо, а не данная антилопа. Можно также сказать, что когда рабочий муравей не участвует в размножении, а отправляется на поиски пищи для всех обитателей муравейника, пользу от этого получает все население муравейника, а не непосредственно тот самый муравей. Создается впечатление, что существует определенный баланс между сохранением жизни индивидуума и поддержанием существования группы как более крупного единства, включающего в себя индивидуум. И действительно, между особью и группой в естественном дрейфе баланс существует, поскольку организмы, образуя посредством структурного сопряжения единства более высокого порядка (имеющие свою собственную область существования), включают в собственную динамику также и поддержание таких единств.

Этологи назвали такие действия, которые могут быть описаны как благоприятные для группы, «альтруистическими». Они выбрали термин, который рождает ассоциации с человеческим поведением, наделенным этическими коннотациями. Возможно также, что они остановились на данном термине потому, что в биологии долго сохранялось отношение к природе, как к чему-то «с окровавленными зубами и когтями», по выражению одного из современников Дарвина. Нам часто приходится слышать, что предложенный Дарвином принцип естественного отбора напоминает закон джунглей, согласно которому каждое существо исходит из своих собственных интересов, действует эгоистично, выживая за счет других в непрекращающемся соперничестве. Точка зрения на жизнь животных как на эгоистическую

ошибочна вдвойне Во-первых, потому, что естественная история свидетельствует, что повсюду, куда бы мы ни бросили взгляд, встречаются примеры поведения, которое можно назвать альтруистическим. Во-вторых, она неверна потому, что механизмы, которые мы предлагаем, чтобы объяснить естественный дрейф у животных, не нуждаются в индивидуалистической предпосылке, согласно которой выгода одной особи непременно сопряжена с ущербом, наносимым другой особи.

Действительно, на протяжении всей нашей книги мы имели возможность убедиться в том, что существование живых существ в процессе естественного дрейфа (как онтогенетического, так и филогенетического) связано отнюдь не с борьбой за существование, а с сохранением адаптации, с взаимодействием особи с окружающей средой, которое и приводит к выживанию наиболее приспособленных. Но как наблюдатели мы можем изменять свою систему отсчета в ходе наблюдения кроме того, мы можем рассматривать групповое единство, компонентами которой являются отдельные особи. При таком подходе мы замечаем, что группа стремится непременно сохранить адаптацию и организацию в области своего существования В группе, рассматриваемой как самостоятельное единство, отдельные компоненты несущественны, поскольку они могут быть заменены другими, удовлетворяющими тем же отношениям Но для компонентов как для живых существ первейшим условием их существования служит их индивидуальность. Для того, чтобы глубже понять феномен социальности, важно не смешивать эти два феноменальных уровня Поведение антилопы, отстающей от стада, имеет отношение к сохранению стада, оно отражает особенность поведения, характерную для антилоп в их групповом сопряжении, коль скоро стадо существует как самостоятельное единство В то же время альтруистическое поведение отдельной антилопы по отношению к групповому единству обусловлено структурной связью антилопы с окружающей средой, которая включает в себя и стадо, такое поведение отражает сохранение адаптации антилопы как отдельной особи. Таким образом, в поведении антилопы нет никакого противоречия, поскольку оно отражает ее индивидуальность как члена группы ее поведение «альтруистически» эгоистично и «эгоистически» альтруистично, так как его проявление включает в себя структурное сопряжение антилопы со стадом, ее принадлежность к нему Все эти замечания можно отнести также и к человеку, однако они должны быть модифицированы в соответствии с характерными особенностями языка как способа социальной сопряженности людей. Это мы увидим в дальнейшем

Рис. 59 Японская макака, моющая картофель



Мы хотим подчеркнуть, что мелодия, распеваемая каждой парой у этого вида птиц, уникальна для истории ее структурной сопряженности. Более того, потомство такой пары в брачный период распевает мелодии, отличные от мелодий своих родителей. Существование конкретной мелодии каждой пары ограничено временем жизни входящих в нее партнеров.

Описанная только что ситуация в корне отличается от другого поведения (также носящего явно онтогенетический характер), которое можно проиллюстрировать на примере одной истории, которая случилась в Англии. Несколько лет назад в Лондоне стали пользоваться новыми молочными бутылками с крышками из тонкой алюминиевой фольги вместо старых толстых картонных крышек. Новые крышки были достаточно тонки для того, чтобы птица могла пробить их своим клювом. И вскоре после появления нововведения некоторые птицы (синицы-лазоревки) научились пробивать крышки и лакомиться верхним слоем сливок. Интересно, что такое поведение синиц распространилось от того места, где оно зародилось, по всем Британским островам. Вскоре все лазоревки выучились трюку с молочными бутылками и обеспечивали себе превосходный завтрак.

Организмы и сообщества

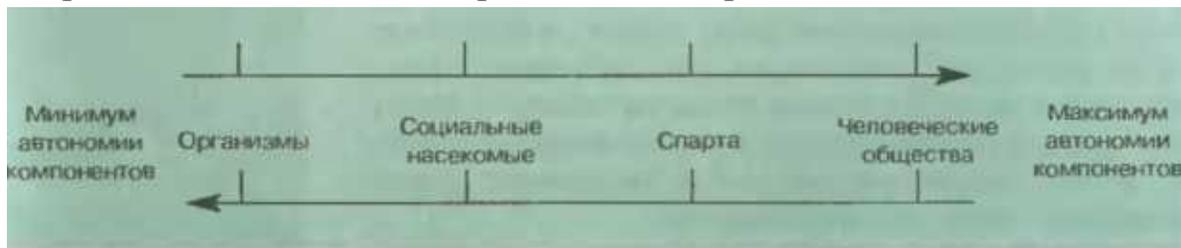
Организмы и сообщества принадлежат к одному классу метасистем, они состоят из совокупностей автономных единств, которые могут быть клеточными или метаклеточными. Наблюдатель может различать метасистемы этого класса по степеням автономии их компонентов. Если расположить метасистемы в ряд по степени зависимости их компонентов (реализованных как автономные единства) от образуемой ими метасистемы, то организмы и человеческие социальные системы займут места на противоположных концах этого ряда. Организмы как метасистемы состоят из компонентов с минимальной автономией, т. е. компонентов, у которых такая размерность, как независимое существование, либо очень мала, либо полностью отсутствует. Что же касается человеческих обществ, то они представляют собой метасистемы из компонентов с максимальной автономией, т. е. компонентов с многими размерностями независимого существования. Сообщества, состоящие из других метаклеточных систем, например, сообщества насекомых, займут промежуточные положения. Но различия

между такими метасистемами носят операциональный характер. В случаях, если в их внутренней динамике и динамике отношений происходят некоторые изменения, такие метасистемы могут смещаться как к одному, так и к другому концу ряда. Обратимся теперь к различиям между организмами и человеческими социальными системами.

Организмы как метаклеточные системы обладают операциональной замкнутостью его взаимном структурном сопряжении своих клеточных компонентов. Основная отличительная особенность организма заключается в его способности быть единством в окружающей среде, где организм должен функционировать таким образом, чтобы свойства, позволяющими ему сохранять адаптацию, оставались стабильными при любых свойствах его компонентов. Это обстоятельство влечет за собой основное эволюционное следствие, а именно: сохранение адаптации организмов в конкретном наследственном ряду приводит к стабилизации свойств их клеточных компонентов. Это подтверждается генетической и отлогенетической стабильностью клеток, образующих организмы каждого вида, и существованием специальных механизмов, позволяющих удалять из организма аномальные клетки.

С иной ситуацией мы встречаемся в человеческих социальных системах. Как человеческие сообщества эти системы обладают операциональной замкнутостью, также определяемой структурным сопряжением их компонентов. Но человеческие социальные системы существуют также как единства для своих компонентов в языковой сфере. Следовательно, тождество человеческих социальных систем зависит от сохранения адаптации людей не только как организмов (в общем смысле), но и как компонентов в сфере лингвистики. Эволюционная история людей связана с их лингвистическим поведением. Это история, в рамках которой выбрана такая онтогенетическая поведенческая пластичность, которая делает возможным существование лингвистических сфер, а сохранение адаптации людей как организмов требует их функционирования в этих сферах и поддержания такой пластичности. Подобно тому, как существование организма требует операциональной стабильности его компонентов, существование человеческой социальной системы требует операциональной (поведенческой) пластичности указанных выше компонентов. Подобно тому, как организмы требуют нелингвистического структурного сопряжения между своими компонентами, человеческие социальные системы нуждаются в компонентах, структурно сопряженных в лингвистических областях, где эти компоненты могут оперировать с языком и выступать в качестве наблюдателей. Таким образом, для функционирования организма существен сам организм, от него исходят ограничения, накладываемые на свойства его компонентов. С другой стороны, в функционировании человеческой социальной системы главную роль играет образуемая ее компонентами лингвистическая сфера, а расширение свойств компонентов служит условием, необходимым для реализации языка, который является областью, или сферой, их существования. Организм ограничивает индивидуальную креативность единств, играющих роль его компонентов, поскольку эти единства существуют для этого организма, что же касается человеческой социальной системы, то она усиливает индивидуальную креативность своих компонентов, поскольку в этом случае система существует для компонентов. Согласованность и гармония в отношениях и взаимодействиях между компонентами каждого организма в отдельности в процессе его развития как особи обусловлены генетическими и онтогенетическими факторами, ограничивающими структурную пластичность его компонентов. Согласованность и гармония в отношениях и взаимодействиях между членами человеческой социальной системы обусловлены согласованностью и гармонией их роста в системе, при непрерывном социальном обучении, определяемом их собственным социальным (лингвистическим) функционированием и возможным благодаря генетическим и онтогенетическим процессам благоприятствующим структурной пластичности членов системы.

Организмы и человеческие социальные системы являются поэтому противоположными крайностями в ряду метасистем, образуемом при агрегации клеточных систем любого порядка. К их числу (помимо различных типов социальных систем у животных) относятся и те человеческие сообщества, которые (поскольку они воплощают вынужденные механизмы стабилизации всех поведенческих характеристик своих членов) относятся к «испорченным» или «ухудшенным», социальным системам, они утратили былую энергию и обезличили свои компоненты, отчего обрели сходство с организмом как это было в случае Спарты. Организмы и человеческие социальные системы невозможно сравнивать не искажая или не отрицая при этом специфические особенности присущие соответствующим компонентам. Любая анализ человеческих социальных феноменов, не учитывающий эти соображения окажется ущербным, поскольку он отрицает биологические корни подобных феноменов.



Позвоночные обладают весьма важной и уникальной способностью — способностью к подражанию, или имитации. Что представляет собой имитация с точки зрения нейрофизиологии, сказать довольно трудно, но имитация в терминах поведения — вещь очевидная. Именно благодаря имитации то что вначале было достоянием нескольких лазоревков, обитавших в Лондоне, быстро распространилось по всей Англии. Таким образом, имитация позволяет выйти за рамки онтогенеза одного индивида, на протяжении нескольких поколений она остается более или менее инвариантной. Если бы птенцы синиц не обладали способностью к имитации, привычку лакомиться сливками из молочных бутылок пришлось бы «изобретать» заново в каждом поколении.

Один из самых известных примеров социального трансгенерационного постоянства поведения, возникшего через обучение, описан зоологами, наблюдавшими за колонией диких макак, обитающих на одном из южных японских островов (рис. 59)^[13].

Культурное поведение

Под культурным поведением мы понимаем сохраняющуюся из поколения в поколение стабильность поведенческих схем, онтогенически приобретенных в коммуникативной динамике социального окружения.

В ходе наблюдений зоологи разложили на берегу картофель и кукурузу, чтобы выманить макаков, обычно обитавших в джунглях неподалеку от моря, на берег, где за ними было бы легче наблюдать. Мало-помалу макаки стали привыкать к песку, прибрежным скалам и морю. Одно из наблюдений, сделанных в период трансформации их поведения, состояло в следующем, сообразительная самка (исследователи дали ей кличку Имо) обнаружила, что картофелины можно мыть в воде, избавляясь таким образом от налипших песчинок, которые мешали их есть. Не прошло и нескольких дней, как остальные макаки, в особенности молодые, принялись подражать Имо и мыть свои картофелины. Более того, через несколько месяцев новое поведение распространилось и на все соседние колонии макаков.

Имо оказалась очень умной макакой. Через несколько месяцев после того, как она открыла, что картофелины можно мыть, она же изобрела новый тип поведения. Она брала зерна пшеницы, смешанные с песком (есть такие зерна было трудно), и бросала их в воду. Когда песчинки тонули, Имо собирала плававшие в воде зерна. Ее второе открытие также постепенно

стало достоянием других колоний макак на острове. Более старые макаки всегда медленнее других осваивали новую форму поведения.

Новые поведенческие схемы, усвоенные онтогенетически в коммуникативной динамике социальной среды и сохраняющие стабильность из поколения в поколение, мы будем называть *культурным поведением*. Такому названию не следует удивляться, поскольку оно относится ко всей совокупности онтогенетически приобретенных коммуникативных взаимодействий, придающих определенную непрерывность истории группы, выходящей за рамки отдельных историй образующих группу индивидов. Ключевую роль здесь играют имитация и постоянный внутригрупповой отбор, которые позволяют устанавливать сопряжение между молодыми и взрослыми особями. Это приводит к определенному онтогенезу, который мы, в рамках гуманитарной сферы, называем культурой. Таким образом, культурное поведение ничем существенным не отличается от любого другого поведения, сформировавшегося в результате обучения. Его особенностью является лишь то, что оно возникает вследствие социальной жизни в течение многих поколений, в то время как носители культурного поведения непрерывно заменяются.

9. Поле лингвистики и человеческое сознание

Один наш друг ежедневно просыпался на рассвете от того, что его кошка имела обыкновение разгуливать по открытой клавиатуре фортепиано. Когда он вставал, кошка поджидала его у двери в сад, куда ей не терпелось выбраться. Но если хозяин оставался в постели, то кошка продолжала расхаживать по клавиатуре, извлекая из фортепиано неприятные звуки.

Кажется вполне естественным, описывая поведение этой кошки, сказать, что она «сигнализировала» нашему другу о своем желании отправиться на прогулку. По существу это равноценно *семантическому* описанию поведения хозяина и его кошки. Но, как мы понимаем, взаимодействие между ними сводилось лишь к взаимной стимуляции изменения состояний, определяемых их структурами. Мы вновь должны четко следовать логике наших рассуждений и пройти по лезвию бритвы, отличая функционирование организма от описания его поведения.

Несомненно, существует множество аналогичных случаев, когда мы можем применить семантическое описание к социальному явлению. Часто мы прибегаем к семантическому описанию, воспользовавшись литературной аналогией или призвав на помощь метафору. Это делает ситуацию сравнимой с лингвистическим взаимодействием между людьми (такое взаимодействие бывает в волшебных сказках). Все это требует от нас более тщательного анализа, которым мы сейчас и займемся.

Семантические описания

В предыдущей главе мы видели, что при рекуррентном взаимодействии двух или более организмов рождается социальное сопряжение. При его наличии организмы взаимно участвуют в достижении соответствующих собственных целей. Поведение, происходящее в сфере социального сопряжения, как уже говорилось, коммуникативно и может быть врожденным или наследственным. Как инстинктивное, так и приобретенное через обучение поведение может казаться наблюдателю результатом координированных действий, и оба типа поведения могут быть описаны наблюдателем, как если бы ход взаимодействия определялся сознательно, а не динамикой структурной сопряженности взаимодействующих организмов. Однако структуры, делающие возможными эти два типа коммуникативного поведения, различаются. Врожденное поведение зависит от структур, возникающих в ходе развития организма независимо от его конкретного онтогенеза. Что же касается приобретенного коммуникативного поведения, то оно зависит от конкретного онтогенеза организма и согласуется с его индивидуальной историей социальных взаимодействий. В последнем случае наблюдатель может легко прибегнуть к семантическому описанию, ссылаясь на то, что смысл различных вариантов коммуникативного поведения возникает в онтогенезе участвующих в этом поведении организмов и согласуется с конкретной историей их сосуществования. Такое сформировавшееся в результате обучения коммуникативное поведение мы называем *полем лингвистики*, поскольку именно такое поведение закладывает основу для языка, но еще не идентично ему.

Читатель вряд ли нуждается в примерах лингвистических полей. В предыдущей главе мы познакомились с несколькими такими примерами, хотя не приводили их как таковые, поскольку нашей темой были социальные явления в целом. Так, изящным примером лингвистического взаимодействия может служить птичий дуэт. Читателю будет полезно вернуться назад и перечитать предыдущую главу, чтобы выяснить, какие варианты описанного выше коммуникативного поведения можно рассматривать как лингвистическое взаимодействие и

насколько легко они допускают описание в семантических терминах.

Подчеркнем, что выбор термина «лингвистическое поле», как и выбор термина «когнитивный акт», не был произвольным. Употребление термина «лингвистическое поле» эквивалентно утверждению, что лингвистическое поведение человека в действительности представляет собой поведение в поле (области) взаимной онтогенетической структурной сопряженности, которую мы, люди, устанавливаем и поддерживаем в результате наших коллективных коонтотенезов. Таким образом, когда мы говорим, что слова обозначают объекты или ситуации, мы как наблюдатели даем описание, не отражающее условия структурной сопряженности, в которой слова служат онтогенетически установившимися координаторами поведения. Кроме того, такое описание противоречит нашему пониманию нервной системы, так как нервная система не оперирует понятиями независимого мира.

Лингвистическое поле

Всякий раз, когда наблюдатель описывает взаимодействия, происходящие между двумя или более организмами так, как если бы смысл, приписываемый им этим взаимодействиям, определял направление этих взаимодействий, наблюдатель производит описание в семантических терминах



Мы называем *лингвистическим* онтогенетическое коммуникативное поведение, т.е. поведение, возникающее в онтогенетической структурной сопряженности между организмами, которое наблюдатель может описать в семантических терминах.

Мы называем *лингвистическим полем* организма область всех вариантов его лингвистического поведения. Лингвистические поля, как правило, переменны, они изменяются в течение онтогенезов порождающих их организмов.

Наоборот, инстинктивное коммуникативное поведение, устойчивость которого зависит от генетической стабильности вида, а не от культурной стабильности социальной системы, в которой оно имеет место, не образует лингвистического поля; оно не приводит к формированию в онтогенезе областей координаций коммуникативного поведения. Например, так называемый «язык» пчел не является языком. Это смешанный случай инстинктивного и лингвистического поведения: здесь налицо по существу филогенетическая поведенческая координация, хотя имеются и некоторые групповые вариации, или онтогенетически определенные «диалекты».

Отсюда ясно, что отсутствие сходства между конкретным лингвистическим поведением и действием, которое это поведение координирует (например, не существует сходства между словом «стол» и тем, что мы делаем, идентифицируя стол), согласуется с лежащей в основе

структурной сопряженностью. На самом деле может существовать сколько угодно способов установления между организмами координации поведения путем рекуррентных взаимодействий (*стол, table, mesa, Tafel*). Существенна координация вызываемых действий, а не форма, которую принимают действия. Действительно, лингвистические поля возникают как культурный дрейф в социальной системе без заранее заданной схемы. Процесс представляет собой одну из поведенческих трансформаций, согласующихся с сохранением социальной системы через поведение ее компонент.

Люди — не единственные животные, в социальной жизни которых возникают лингвистические поля. Отличительная особенность человека заключается в том, что в процессе лингвистической координации действий он породил новый круг явлений, а именно *область языка*. Произошло это через коонтогенетическую координацию действий людей. Для лингвистического поля весьма важно наличие коонтогенетического структурного дрейфа, который происходит, когда члены социальной системы живут вместе. Для того, кто наблюдает за социальной системой извне, это выглядит, как замечательная слаженность в танце координаций. Именно координации действия порождают различные сущности В потоке рекуррентных социальных взаимодействий язык появляется, когда операции в лингвистическом поле приводят к координации действий по отношению к действиям, принадлежащим самой лингвистической области. Когда возникает язык, возникают также и объекты — как лингвистическое различие лингвистических различий, затемняющих те действия, которые они координируют. Например, слово «стол» (*table*) координирует наши действия в отношении тех действий, которые мы совершаем, манипулируя со «столом», затемняя те действия, которые (в результате операции различения) приводят к образованию таблицы (*table*). Иначе говоря, мы находимся в языке, или, лучше сказать, «оязычены» только в том случае, когда с помощью рефлексивного действия мы проводим лингвистическое распознавание лингвистических различий. Следовательно, действовать в языке означает оперировать в области конгруэнтной коонто-генетической структурной сопряженности.

В наши цели не входит рассмотрение всего многообразия размерностей человеческого языка. Они заслуживают особой книги. Для нас здесь и теперь важно исследовать ключевую особенность языка, которая радикально модифицирует поведенческие области человека и делает возможными такие новые феномены, как рефлексия и сознание. Ключевая особенность заключается в том, что язык позволяет тем, кто в нем оперирует, *описывать самих себя* и свои обстоятельства через лингвистические различия лингвистических различий. Именно они и станут предметом нашего рассмотрения в этой главе.

Язык

Мы оперируем в языке, когда наблюдатель видит, что объекты наших операций по лингвистическому различию являются элементами нашего лингвистического поля. Язык — непрерывный процесс, существующий только как языковое общение, а не как отдельный вид поведения.

Для наблюдателя лингвистические координации действий выглядят как различия, лингвистические различия. Они описывают объекты в окружающей среде тех, кто оперирует в лингвистической области. Таким образом, когда наблюдатель оперирует в лингвистической области, он оперирует в области описаний. Кроме того, язык как явление реализуется в рекурсии лингвистических взаимодействий, лингвистических координаций действий. Тем самым лингвистическое поле становится частью окружающей среды, в которой происходит лингвистическая координация действий, а язык представляется в глазах наблюдателя как область описаний описаний. То, что делает наблюдатель, по существу сводится к следующему: он

проводит лингвистические различия лингвистических различий или того, что другой наблюдатель назвал бы онтогенетически порожденными описаниями описаний. Следовательно, наблюдение возникает вместе с языком как коонтогенез в описаниях описаний. Вместе с языком возникает и наблюдатель как оязыченная сущность; оперируя в языке с другими наблюдателями, эта сущность порождает себя и свои обстоятельства как лингвистические распознавания своего участия в лингвистической области. Смысл возникает при этом как отношение лингвистических различий. И смысл становится частью нашей области сохранения адаптации.

Все это вместе взятое и означает быть человеком. Мы занимаемся описанием описаний, сделанных нами самими (как это делает данная фраза). Действительно, мы наблюдатели и существуем в семантической области, созданной нашими операциями в языке, где сохраняется онтогенетическая адаптация.

Как уже упоминалось, у насекомых сплоченность социального единства основана на трофаллаксии, потоке химических веществ между особями, обмене химическими веществами между организмами. У человека социальное единство основано на «лингваллаксии» (лингвистическом трофаллаксии): лингвистическая область устроена как область онтогенетических координаций действий. Мы, человеческие существа, становимся таковыми только в языке. Поскольку мы обладаем языком, не существует пределов тому, что мы можем описать, вообразить, включить в то или иное отношение. Именно язык пронизывает весь наш онтогенез как индивидуумов, от ходьбы до отношения к политике. Прежде чем приступить к рассмотрению последствий, проистекающих из наличия языка, выясним, как мог возникнуть язык и каким образом он стал перманентной биологической возможностью в естественном дрейфе живых существ.

Естественная история человеческих языков

Долгие годы догмой нашей культуры было утверждение, что язык — абсолютная и исключительная привилегия человека, недостижимая для других существ. В последние годы эта убежденность пошла на убыль. Произошло это отчасти благодаря многочисленным исследованиям жизни животных. Проводимые наблюдения показали, что, например обезьяны и дельфины проявляют такие поведенческие возможности, которые нам совсем не хочется за ними признавать. Аналогичные данные были получены и теми, кто занимался изучением человекообразных обезьян те оказались способными взаимодействовать с нами в обширных и даже рекурсивных лингвистических областях.

Возможно, что еще в далеком прошлом люди пытались научить обезьян (таких, как шимпанзе, которые очень напоминают людей) разговаривать. Но сообщение о систематической попытке такого рода впервые появилось в научной литературе только в 1930-х годах. Два физиолога из Соединенных Штатов, супруги Келлогг, принялись воспитывать детеныша шимпанзе вместе со своим сыном. Задача эксперимента заключалась в том, чтобы научить шимпанзе говорить. Келлоггов постиг почти полный провал: шимпанзе не мог воспроизводить голосовые модуляции, необходимые для речи. Но через несколько лет другая пара в Соединенных Штатах, супружеская чета Гарднеров, сочла, что проблема заключалась не в лингвистических способностях животного — просто, как всем известно, обезьяны проявляют больше способностей не в голосовой области, а в области жестикуляции. Гарднеры решили повторить эксперимент Келлоггов, на этот раз приняв в качестве системы лингвистических взаимодействий только язык знаков, использующийся во всем мире как язык глухонемых (рис. 61)^[14]. Уошо, как звали шимпанзе Гарднеров, показала, что она была способна не только

научиться языку жестов (амслену), но и развиваться в нем. Эксперимент начался в 1966 г., когда Уошо был 1 год от роду. К тому времени, когда ей исполнилось 5 лет, Уошо выучила репертуар примерно из двухсот жестов, в том числе жестов, функционально эквивалентных существительным, глаголам и прилагательным разговорного языка.

Но сам по себе факт обучения нескольким движениям руки в ответ на поощрение — не бог весть какое достижение. Это знает любой цирковой дрессировщик. Вопрос заключается в другом: убеждают ли нас жесты Уошо в том, что она использует их «в языке», так же, как используют люди, разговаривающие на языке жестов? И сейчас, много лет спустя, после многих часов исследований многих других шимпанзе и горилл, обучавшихся различными группами экспериментаторов, ответ на этот вопрос яростно дискутируется лингвистами и биологами.

Разумеется, ответ зависит от того, что считать языком. Одни исследователи основной акцент делают на способности подопытных животных образовывать новые сочетания слов, другие пытаются найти зачатки закономерностей, напоминающих грамматические. Например, Люси, еще одна шимпанзе, которую, как и Уошо, пытались научить разговаривать жестами, назвала дыню «фруктом-напитком» или «сладким напитком», а горькую редьку — «едой-плачем-крупким». Хотя Уошо была обучена жесту «холодильник», она предпочитала сигнал «открой-пить-есть». Для нас вопрос о том, могут или не могут эти и многие другие аналогичные наблюдения рассматриваться как данные, свидетельствующие в пользу языка, может быть сформулирован точно. Могут ли подопытные приматы взаимодействовать с другими существами в языке знаков как в лингвистическом поле, проводя лингвистические различия



Рис. 61 **Язык** жестов принадлежит к числу не фонетических, а идеографических языков. На снимке: горилла Коко обучается жесту, означающему «машина» лингвистических различий? Пользуются ли они языком глухонемых при рекурсивных различениях совершаемых ими действий? Возможно, именно это сделала Люси, когда в спешке гнева, увидев, что ее человеческие «родители» собираются уходить, бросилась к ним и просигналила «Люси плакать». В этом примере «Люси» и «плаката — лингвистические единицы. Используя их, Люси вовлекла своих «родителей» в общую лингвистическую область, в которой произвела действие по лингвистическому различению. По мнению авторов этой книги, в данном случае Люси продемонстрировала, что она «оязычена».



То, что приматы могут взаимодействовать, используя язык знаков, отнюдь не означает, будто они могут использовать все его потенциальное богатство, проводя все те лингвистические различия, которые проводим мы, люди. Например, в одном недавно проведенном эксперименте трех шимпанзе обучали способу лингвистического взаимодействия, по существу эквивалентному языку жестов, и сравнивали их способности делать обобщения^[15]. Различие между одной из обезьян, по кличке Лана, и двумя другими, Шерманом и Остином, состояло в том, что последние проявляли склонность к практическому использованию знаков и объектов при манипулировании окружающим во время взаимодействий с человеком или между собой.

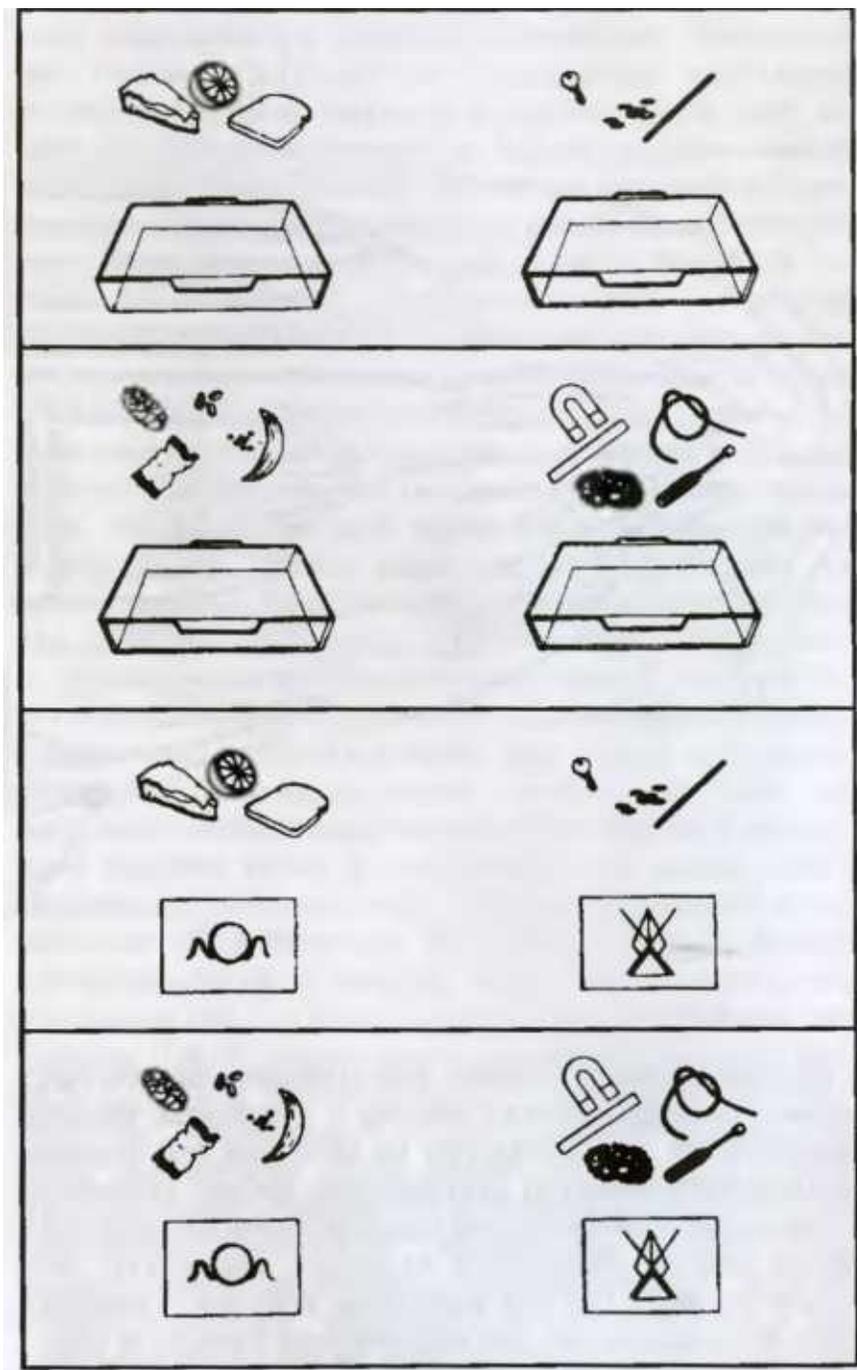


Рис. 62. Межвидовое лингвистическое взаимодействие тогда как Лана обучилась более стереотипным лингвистическим взаимодействиям — взаимодействиям через компьютер. Особое внимание в эксперименте уделялось установлению соответствия между знаками и предметами. Трех животных обучали различать предметы двух типов: съедобные и несъедобные (рис. 63). Шимпанзе должны были разложить предметы на два подноса: съедобные на один,

несъедобные на другой. Затем им предъявили новую серию предметов, которые они также должны были разложить на те же подносы. Все подопытные животные без труда справились с предложенной задачей. Затем шимпанзе познакомили с абстрактными визуальными изображениями, или лексикограммами, съедобных и несъедобных предметов. Обезьянам предложили расклассифицировать различные предметы по лексикограммам. Наконец, еще один тест состоял в том, чтобы сопоставить лексикограммы с новой серией предметов. По сравнению со своими партнерами Лана плохо справилась с этим тестом.

Проведенный эксперимент показал, что Шерман и Остин смогли участвовать в проведении лингвистического различения между двумя операциональными категориями — съедобным и несъедобным (т. е. в том, что мы как наблюдатели называем обобщением, или генерализацией), тогда как Лана этого не смогла. Видимо, большие способности, обнаруженные Шерманом и Остином в этом эксперименте, обусловлены большим разнообразием их «межличностных» взаимодействий по сравнению с тем, что имела Лана.

Рис. 63. Способность к обобщению в зависимости от различных историй лингвистического обучения



Все эти исследования лингвистических способностей высших приматов — шимпанзе, горилл и орангутанов — позволяют нам понять лингвистическую историю человека. Подопытные животные принадлежат

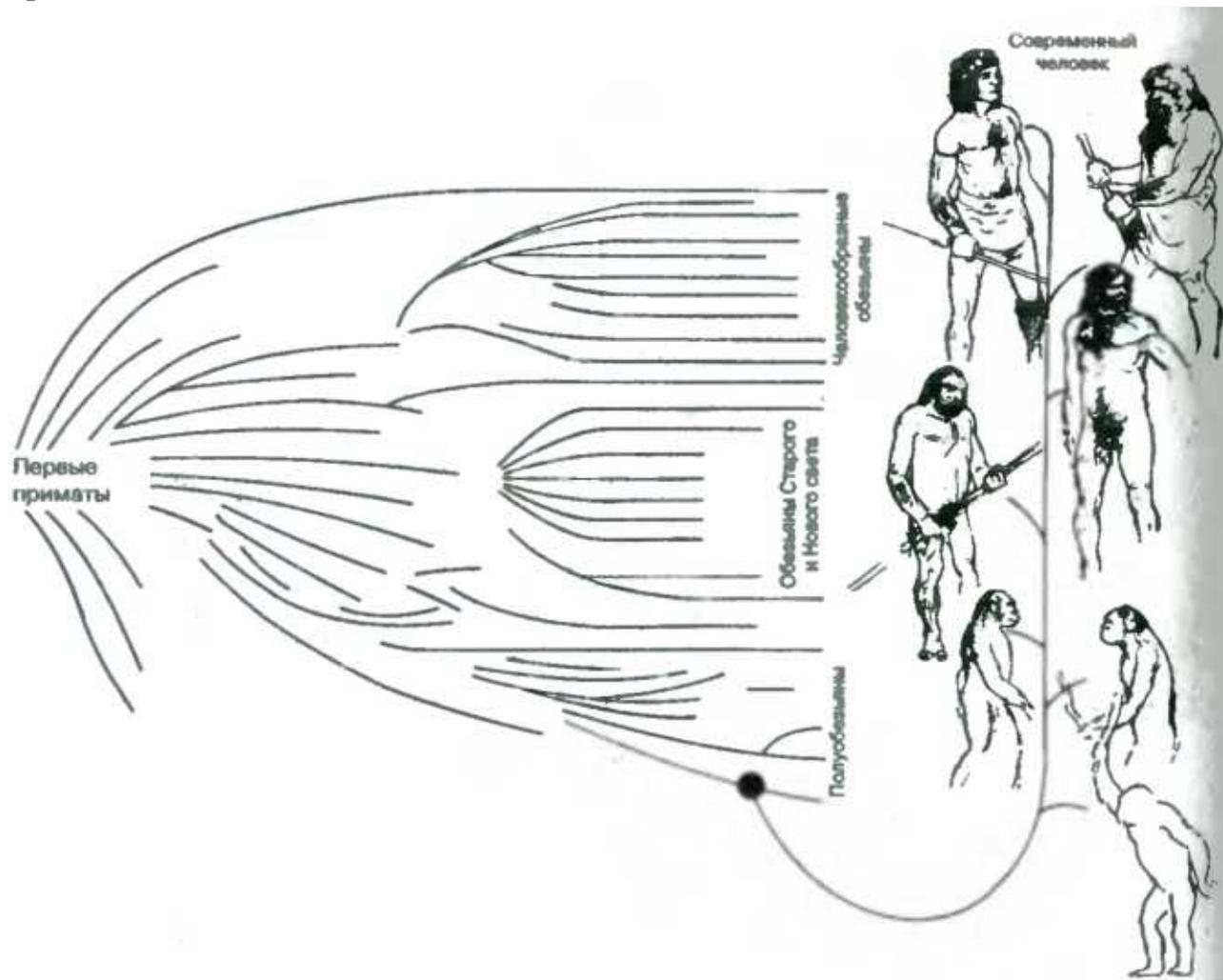
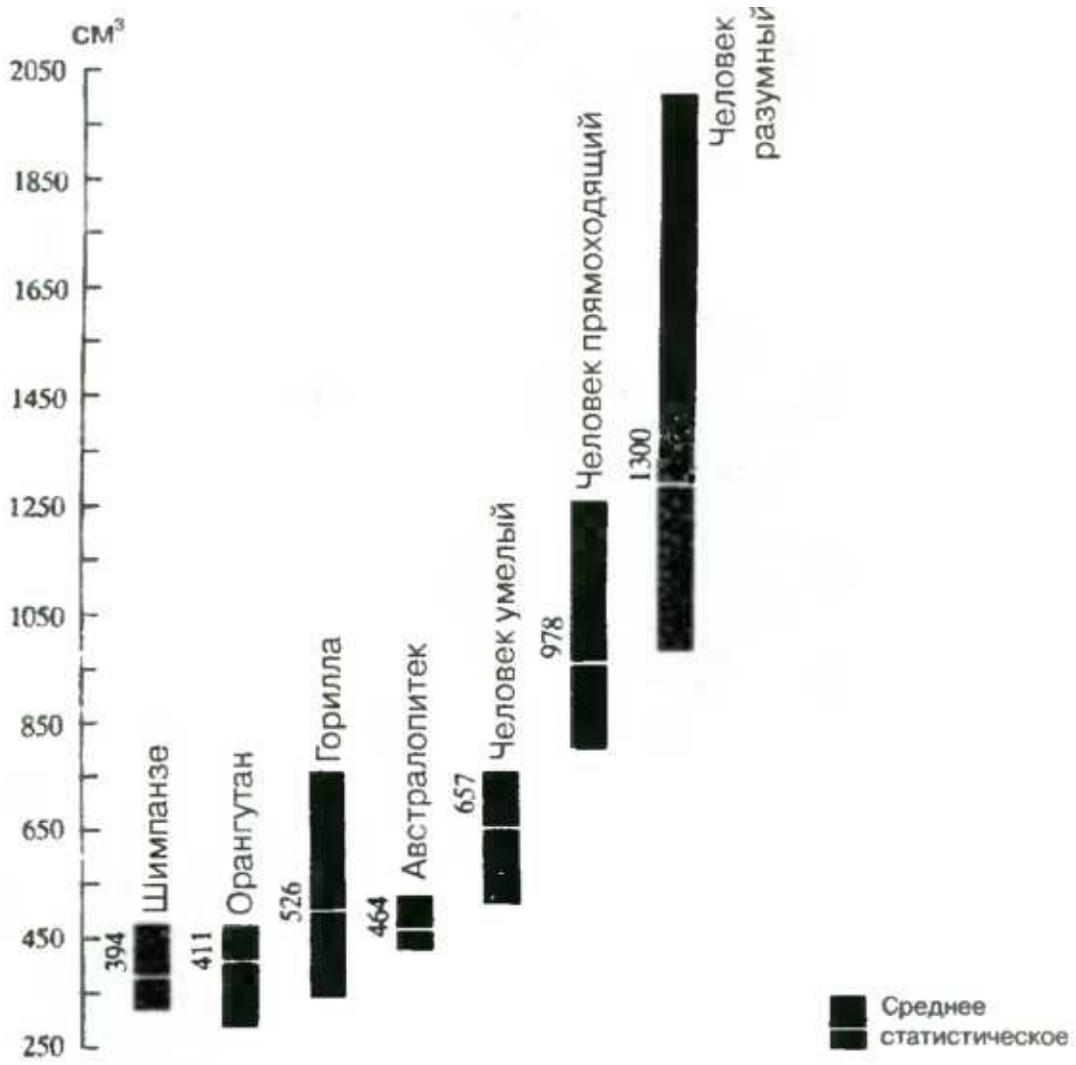


Рис. 64. Наша родословная к наследственным линиям, проходящим параллельно нашим наследственным линиям в непосредственной близости от них. Несмотря на 98 %-ное совпадение последовательностей нуклеиновых кислот приматов и человека, поведенческие предпочтения высших приматов сильно отличаются от наших. Возможно, это различие является тем фактором, которое ограничивает расширение их лингвистической сферы. В условиях богатой лингвистической сопряженности (как у Уошо) эти животные способны в нее проникнуть, однако природа и протяженность тех лингвистических полей, в которых они участвуют, ограничены. Впрочем, это неудивительно, так как различия между эволюционной историей высших приматов и людей должны быть функцией сохранения различных предпочтений в образе жизни. Детали эволюционной истории структурных трансформаций приматов, которые привели к возникновению современного человека, неизвестны. Возможно, они таковыми и останутся. К сожалению, социальная и лингвистическая жизнь не оставляет после себя заметных ископаемых остатков. Можно сделать немало замечаний относительно скелетных изменений, связанных с положением тела и его движениями, способностью манипулировать, издавать звуки, мимикой, величиной и формой головного мозга, но весьма затруднительно реконструировать детали образа жизни, сохранившиеся на протяжении эволюции, которые возникли в результате многократного расширения наших лингвистических областей. Мы можем с уверенностью утверждать, что те изменения у первых гоминид, которые сделали возможным возникновение языка, имеют прямое касательство к их истории как

общественных животных, характеризующихся тесными межперсональными отношениями, связанными с собиранием и распределением пищи. В таком образе жизни мы усматриваем сосуществование и сохранение явно противоречащих друг другу элементов поведения, к которым можно отнести, например, локальные межперсональные взаимодействия в небольших группах тесно взаимосвязанных между собой индивидов, делящих пищу, обладающих внешне независимой подвижностью, без потери эмоциональных привязанностей, в поисках пищи или эстетического пространства на протяжении весьма длительных периодов. Такой способ жизни открывает широкие возможности для разнообразных проявлений «трофал-лаксиса», позволяющего группе сохранять единство, пока сохраняется образ жизни. Этим целям вполне удовлетворяет лингваллакис (лингвистический тро-фаллакис). В отличие от химического трофаллакиса общественных насекомых, лингвистический трифал-лакис открывает возможности неограниченных рекурсий в связывании поведенческих возможностей общественных индивидов с изменениями в порождаемой ими социальной жизни без необходимости в континуальных физических взаимодействиях. Рассмотрим эту ситуацию более подробно.

Линия гоминид, к которой мы принадлежим, существует в качестве наследственной линии более 15 миллионов лет (рис. 64). Однако в ископаемых осадках — как старше примерно 3,5 миллиона лет не удается обнаружить структурные особенности, характерные для современных людей, например, скелетные особенно-

Рис. 65. Объем головного мозга у гоминид типа прямохождения на двух ногах, возросший объем черепа (рис. 65), отстоящий большой палец руки и зубную систему, связанную со всеядностью, при которой основу питания составляли семена и орехи. Те же палеонтологические находки свидетельствуют, что первые гоминиды жили группами, в состав которых входили мужчины, женщины и дети, которых находили вместе. Вследствие анатомических особенностей прямохождения половая жизнь первых гоминид должна была включать лингвистические взаимодействия посредством мимики и фронтального коитуса. В то же время у женщин астральные циклы сменились постоянной (несезонной) сексуальностью, что стало мощным фактором в установлении социальных связей. Мы считаем, что вследствие сохранения такого



Мирово* респгв/^нме охотников-собрателей, 10000 лет до н з.



Места обитания современных охотников-собрателей



Мировое население — 3 миллиарда Доля охотников-собирателей — 0.01 %

Доля охотников-собирателей — 0.01 %

Рис. 66. В неолите люди, населявшие Землю, были собирателями и охотниками (карта в верхней части рисунка). Занятия предков на ходят отражение в образе жизни, «V». м..^> людей (карта в нижней чаиги рисунка)

1 Эскимосы — Аляска

2 Эскимосы — Северо-Западные территории

3 Эскимосы — Г. чеи/МНЛИА

4 Акури — Суринам

5 Пигмеи — Заир

6 Ариангул — Танзания Бони — Танзания Санье — Танзания

7. Корока — Ангола Банту — Ангола

8. Бушмены Калахари — Южная Африка

9. Бирхар — Центральная Индия

10. Обитатели Андаманских островов — Андаманские острова

11. Руки — Таиланд

12. Аборигены — Австралия? Неподтвержденное присутствие охотников-собирателей

образа жизни, при котором ключевую роль играют лингвистические взаимодействия, язык возник как ре зультаг любовного сотрудничества.

Мы представляем себе первых гоминид как существ, живших небольшими группами — расширенными семьями, постоянно перемещавшимися по саванне (рис. 66). Они добывали себе пищу, собирая семена и орехи, а время от времени охотились. Так как они ходили на двух ногах, их руки оставались свободными, и они могли разносить пищу между членами группы, поэтому у них не было необходимости делиться пищей, находящейся в пищеварительной системе, как это делают другие общественные животные. Это способствовало интеграции их социальной жизни. Постоянная, не носящая сезонного характера половая жизнь стимулировала возникновение привязанности между мужчиной и женщиной. Сохранявшееся обыкновение делиться пищей и участие мужчины в заботе о потомстве привели к биологическому закреплению кооперации и лингвистической координации действий.

Иначе говоря, описанный выше образ жизни как процесс постоянной кооперации и лингвистической координации действий направлен на выработку вариантов поведения, идеально подходящих для развития способности проводить операцию различения в области совместного поведения, в итоге сформировалась наша современная биология кооперативных животных, способных к лингвистической рефлексии. Это отнюдь не случайно. Действительно,

рекуррентное участие гоминид в лингвистических областях, создаваемых ими в процессе социализации, должно было стать определяющим измерением при любом расширении этих областей до лингвистической рекурсии, которая порождает язык, когда лингвистическое поведение становится объектом в лингвистической поведенческой координации так же, как объекты в окружающей среде являются знаками для рекуррентных лингвистических координаций. Таким образом, в тесной связи рекуррентных взаимодействий индивида, которые персонифицируют другого индивида, наделяя его лингвистическим отличием в виде имени, в процессе операции различения в лингвистическом поле могут возникнуть условия для появления понятия своего «Я».

Таковы основные направления насколько мы их можем реконструировать, в истории структурного дрейфа гоминидов, который привел к возникновению языка. Дальнейшие исследования могут изменить детали, но вряд ли затронут главное, так как фундаментальные биологические характеристики, сделавшие возможным структурный дрейф, по-прежнему остаются при нас, несмотря на то, что мы основательно затемнили их конкуренцией и войнами.

Экспериментальные окна в жизнь нашего разума

Уникальные особенности социальной жизни человека и присущая ей интенсивная лингвистическая сопряженность проявляются в том, что социальная жизнь человека способна порождать новый феномен, одновременно и близкий нашему жизненному опыту, и далекий от него: наш разум, наше сознание. Попробуем сформулировать некоторые вопросы, которые бы осветили этот феномен детальнее. Допустим, мы спрашиваем у какого-нибудь примата: «Каково это — чувствовать себя обезьяной?» К сожалению, мы никогда не получим ответа, поскольку едва мы построим с приматами область сосуществования, которая допускает проведение таких операций лингвистического различения через язык, обезьяны перестанут быть обезьянами; они не смогут ответить на вопрос в терминах различений, присущих им самим. Таким образом, вопрос остается открытым.

Возможно, что существует другой способ противопоставления человеческого опыта опыту приматов — с помощью не языка, а некоторого объекта тесно связанного с отражением — зеркала. Глядя в зеркало, животные обычно ведут себя, как в присутствии другого животного, либо безразлично, игнорируя отражение. Например собака в течение некоторого времени лает на свое отражение, а затем игнорирует его. Кошка может проявлять признаки испуга или безразличия. Среди приматов макака действует во многом так же, демонстрируя в основном агрессию. Но горилла, впервые увидев свое отражение сначала выглядит озадаченной и заинтересованной, а затем, привыкнув к зеркалу, игнорирует его¹³. Чтобы изучить реакцию гориллы более подробно, экспериментаторы подвергли ее анестезии. Затем между глаз гориллы нанесли цветное пятно, увидеть которое она могла только в зеркало. Когда горилла очнулась от анестезии, ей

13 *Gallup G American Scientist*. 67 (1979): «17 было дано зеркало. Каково же было удивление экспериментаторов, когда животное сразу же поднесло руку ко лбу и коснулось нанесенного пятна! Возможно, мы ожидали, что животное протянет руку с тем, чтобы коснуться цветового пятна в зеркале, которое оно могла в нем видеть. Макака в аналогичном эксперименте велась не так, как горилла. Но как бы ни вели себя другие животные, этот эксперимент наводит на мысль что горилла может, путем операции социального различения, породить область существования самой себя. В этой области есть возможность рефлексии либо посредством зеркала либо с помощью языка. Механизм этого явления может возникнуть независимо как от

зеркала, так и от языка. Как именно это происходит, мы не знаем. Но можно предположить, что возникновение этого механизма каким-то образом связано с условиями, аналогичными тем, которые приводят к эволюции лингвистических полей у человека.

Более глубокое понимание роли, которую играет лингвистическое сопряжение в порождении ментальных явлений у человека, исходит из наблюдений над больными, проходящими курс нейрохирургического лечения от эпилепсии. Напомним, что эпилепсией называется неврологический синдром, который в своей тяжелой форме порождает центры, генерирующие волны электрической активности. Эти волны хаотическим образом распространяются по коре. У больноу возникают конвульсии, сопровождаемые потерей сознания, и развивается множество других симптомов, делающих человека инвалидом (рис. 67). В некоторых тяжелых случаях эпилепсии в 60-е годы предпринимались попытки ее хирургического лечения. В частности, чтобы избежать распространения эпилептического приступа из одного полушария головного мозга в другое, делалась операция иссечения мозолистого тела (рис. 68)^[16]. В результате состояние пациентов, если говорить об эпилепсии, улучшилось, но полушария их головного мозга перестали функционировать как единое целое. Поскольку мозолистое тело было иссечено, каждое полушарие вместе с остальной нервной системой формировало свое операциональное единство. Другое полушарие мозга оказывалось исключенным из этого единства, словно его и не было. Дело обстоит так, как если бы после операции иссечения мозолистого тела каждый пациент превращался в трех



Рис. 67. Эпилептический приступ у царя инков (гравюра 17-го века) различных лиц: в правополушарную персону, левополушарную персону и внешнюю комбинацию того и другого, оперирующую в одном общем теле. Эти трое неодинаково доступны обычным взаимодействиям, поскольку все сенсорные системы обладают одновременным доступом к обоим полушариями мозга; в результате приходится прибегать к особым процедурам, чтобы вступить во взаимодействие с каждым из трех лиц в отдельности, независимо от остальных. По этой причине при нормальных условиях, когда мы взаимодействуем с одним из прооперированных пациентов, мы встречаемся с личностью, которая возникает в результате совместного действия в одном теле двух полушарий, и все кажется нормальным.

Какая картина возникает из всего сказанного выше, и что происходит с языком и речью? Мы уже упоминали о том, что для того, чтобы речь стала возможной, некоторые участки коры головного мозга (так называемые речевые зоны) должны находиться в неповрежденном состоянии (рис. 69). У большинства людей для того, чтобы они могли говорить и понимать язык, должны быть неповрежденными речевые зоны левого полушария. Следовательно, после

иссечения мозолистого тела способность понимать и порождать речь, письменную или устную, сохраняется только у левополушарных пациентов.

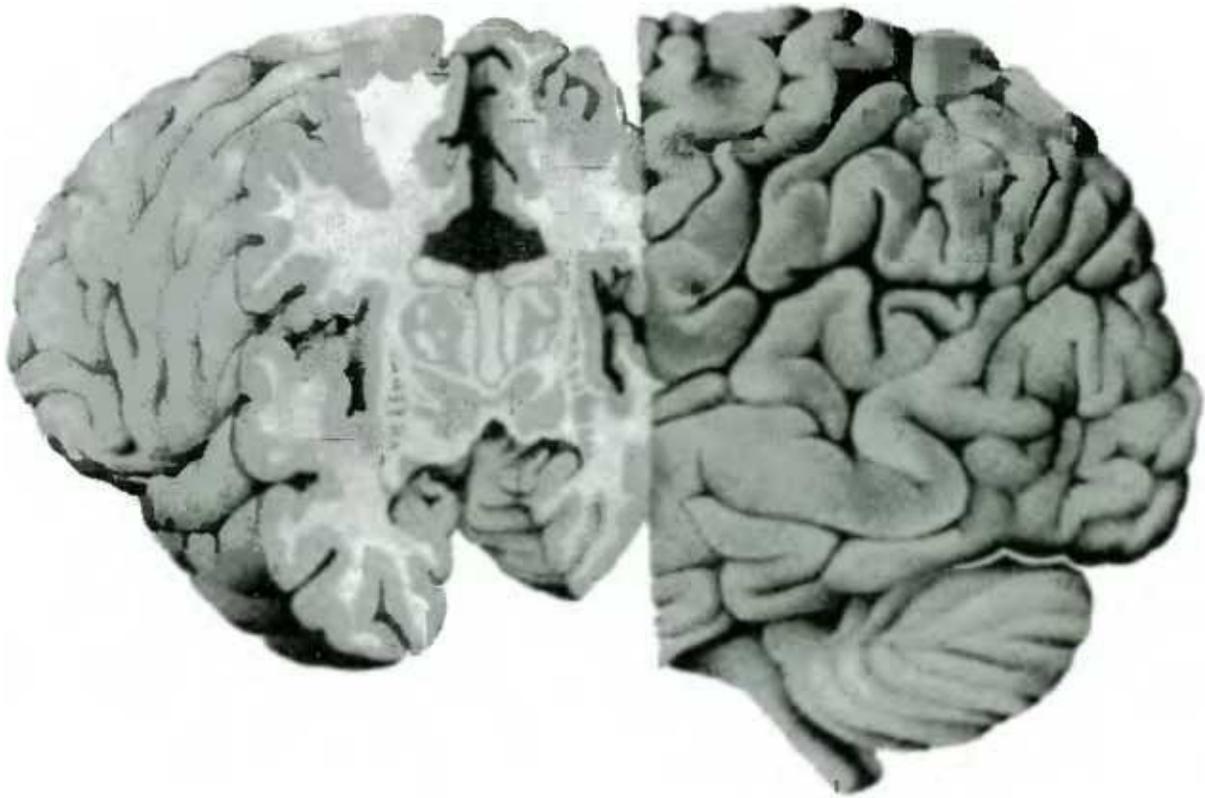


Рис. 68. Разрушение меж-полушарных связей при лечении эпилепсии: иссеченное мозолистое тело показано темным цветом

Каким образом мы можем продемонстрировать это, если прооперированных пациентов не так-то легко отличить от обычных людей? Для того нам придется воспользоваться некоторыми анатомическими особенностями визуальной системы, которые позволяют ей взаимодействовать независимо с каждым из разделенных полушарий. Действительно, сетчатая оболочка соединена с головным мозгом таким образом, что все поле зрения обоих глаз слева от вертикальной линии, проходящей через точку бинокулярной фиксации, проецируется на правое полушарие, а все поле зрения справа от той же линии проецируется на левое полушарие (см. рис. 70). Следовательно, если мы попросили пациента с иссеченным мозолистым телом сосредоточить взгляд на той или иной точке экрана, то сможем взаимодействовать с ним визуально либо через правое, либо через левое, либо через оба полушария одновременно. Рис. 69. "Ахилесова пятка" способности человека к устной речи.



Все зависит от того, на какую часть экрана относительно точки фиксации мы спроецируем пробное изображение.

Рассмотрим пример Прооперированного пациента попросили сесть перед проекцией. Не отрывая взгляда от точки фиксации, он должен выбрать из множества предметов, которое не может видеть непосредственно, тот, который соответствует изображению, спроецированному на экран (рис. 71). Если ложка спроецирована слева от точки фиксации (следовательно, на правое полушарие), то прооперированный пациент без труда выбирает ложку из невидимого для него набора предметов. Если же мы вместо ложки

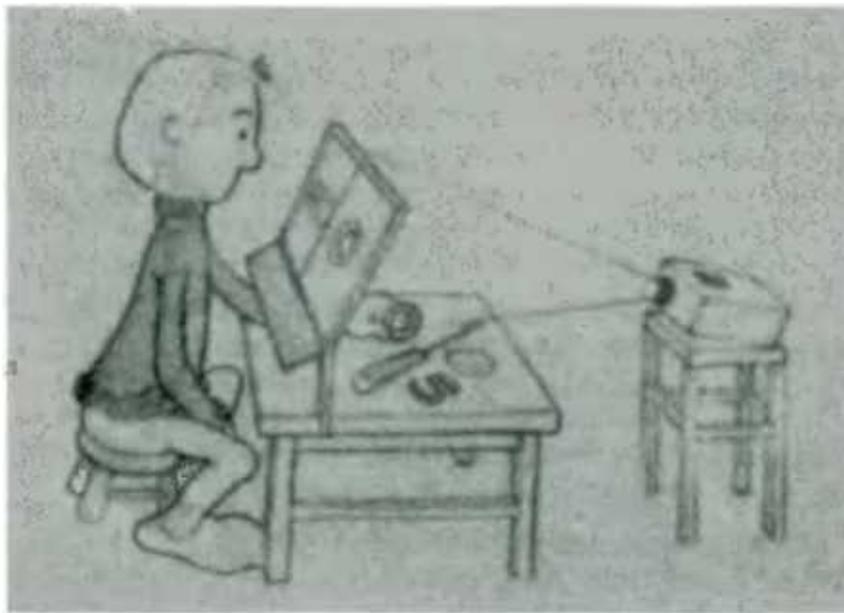
Рис 70 Геометрии проекции сетчатой оболочки на головной мозг. Возмущения, происходящие в левой части, оказывают воздействие только на правое полушарие мозга спроецируем на экран слева от точки фиксации слово «ложка», то прооперированный пациент вообще никак не прореагирует: для правополушарного человека, с которым мы имеем дело, взаимодействуя с пациентом через проекции на экране, слово «ложка» не существует. Если спросить прооперированного пациента, что он видел, когда слово «ложка» проецировалось слева от точки фиксации, то он ответит, что не видел ничего. Устная и письменная речь обычно столь же непонятны для правополушарного человека с иссеченным мозолистым телом, как они непонятны младенцу или обезьяне. Но левополушарный человек после такой операции обычно способен понимать письменный текст, проецируемый на экран справа от точки фиксации взгляда.

Если мы воспользуемся такой же процедурой и спроецируем изображение обнаженной красотики на правое полушарие пациента с иссеченным мозолистым телом, то пациент покраснеет или проявит какие-нибудь другие признаки смущения. Но объяснить, что произошло, он не сумеет. Он может заметить (как это действительно случилось во время эксперимента): «Ну и машинка у Вас, доктор!» А происходит при этом следующее: хотя эротическое изображение спроецировано на правое полушарие, пациент, отвечая на вопрос, использует действие своего левого полушария, единственного обладающего способностью породить речь,

но «не видящего» изображения. Все, что может сделать левое полушарие, дать ответ, используя свои связи с остальной нервной системой и телом; именно здесь и возникает краска на лице или смущение, порождаемые вмешательством правой полушария. Возглас: «Ну и машинка у Вас, доктор!» — ответ на вопрос о том, как прооперированный пациент с иссеченным мозолистым телом реагирует своим левым полушарием на смущение, порождаемое его правым полушарием.

Поразмыслим над сказанным. Существует небольшой процент людей, способных порождать и понимать язык посредством функционирования обоих полушарий мозга. Такие люди не обнаруживают речевой латерализации^[17]. Одним из них был 15-летний Пол из Нью-Йорка. После операции по иссечению мозолистого тела он добровольно вызвался стать участником эксперимента, аналогичного описанному выше. Интересно отметить, что Пол мог участвовать в речевых

Рис. 71. Схема эксперимента по изучению поведения лиц,



подвергшихся иссечению мозолистого тела. Подопытный не может видеть ни своих рук, ни предметов, которые он трогает. Изображение предмета проецируется либо на левую, либо на правую половину поля зрения. Подопытный должен идентифицировать демонстрируемый предмет либо взяв в руку, либо назвав его взаимодействия посредством обоих полушарий. Каждому полушарию можно было задавать вопросы, ответы на которые требовали лингвистической рефлексии. После операции Пол мог выбирать ложку, когда его просили об этом, показывая на экране написанное слово, действуя любым из полушарий, ставших независимыми.

Затем Полу была предложена новая стратегия эксперимента. Исследователь начинал с устного вопроса: «Кто..?», который дополнялся изображением, проецируемым то справа, то слева от точки фиксации, например, словом «...Вы?» И по какую бы сторону ни проецировалось окончание вопроса, ответ следовал один и тот же: «Я Пол». Аналогичным образом, на вопрос: «Какой день недели будет завтра?» Каждое из полушарий давало один и тот же ответ: «Воскресенье». Но когда левое полушарие спросили: «Кем Вы станете, когда вырастите большим?» последовал ответ: «Гонщиком». Это было удивительно, поскольку ответ правого полушария на тот же самый вопрос гласил: «Дизайнером»

Все эти наблюдения показывают, что лево- и правополушарные личности в Поле способны к поведению, которое обычно считается свойственным сознательному уму, наделенному рефлексией. Это очень важно, потому что различие между Полом и пациентами, не обладавшими способностью порождать лингвистические рефлексии независимо обоими

полушариями, свидетельствует о том, что не существует самосознания без языка как феномена лингвистической рекурсии. Самосознание, сознание, разум — все эти феномены заключены в языке. Следовательно, все они как таковые имеют место только в социальной сфере.

Случай с Полом свидетельствует еще кое о чем. Во всех лингвистических взаимодействиях с Полом доминировало левое полушарие. Например, если на правое полушарие проецировался письменный приказ: «Улыбнитесь!», то Пол улыбался. Если затем на левое полушарие проецировался вопрос: «Почему Вы улыбаетесь?» то следовал ответ: «Потому, что Вы смешной». Аналогичным образом, по команде: «Почешитесь!», спроецированной на правое полушарие, Пол почесался. Но на вопрос: «Почему Вы почесались?», переданный левому полушарию, устный ответ гласил: «Потому, что зачесалось». Субъект с доминантным левым полушарием, не видевший команды почесаться, без труда изобретал ответ в соответствии со своим жизненным опытом (почесывание) и рефлексировал по поводу того, каким образом он приобрел этот опыт. То что мы говорим (если только мы не лжем), отражает то, что мы проживаем, а не то, что происходит с точки зрения независимого наблюдателя.

Разум и сознание

Все описанные эксперименты говорят нам нечто фундаментальное относительно организации и согласованности, или когерентности, в повседневной жизни того непрекращающегося потока рефлексий, который мы называем сознанием и ассоциируем с нашей индивидуальностью. С одной стороны, проведенные эксперименты показывают нам, что язык есть неперемное условие для существования того опыта, который мы называем разумом. С другой стороны, они свидетельствуют, что наш жизненный опыт протекает в соответствии с когерентностью в функционировании нашей нервной системы, к которой мы как наблюдатели не имеем доступа, но которая непременно имеет место как часть нашего онтогенетического дрейфа в качестве живых систем. В лингвистической области Пола не может возникнуть некогерентность, потому что когда его просят поразмыслить над чем-то в ней возникающем, он отвечает с выражением этой самой когерентности: «Вы смешной» или «Потому, что чешется». В его истории тождество и адаптация сохраняются.

В случае Пола мы наблюдали операциональное пересечение трех различных личностей в одном теле. В какой-то момент все трое могут быть независимыми существами, наделенными самосознанием. Этот пример ярко свидетельствует о том, что самость, «Я», возникает именно в языке как социальная сингулярность, определенная операциональным пересечением в человеческом теле рекурсивных лингвистических различий, которые выделяют «Я». Это говорит нам о том, что в сети лингвистических взаимодействий, в которой мы движемся, *мы поддерживаем процесс постоянной дескриптивной рекурсии, которую мы называем «Я».* Это позволяет нам сохранять нашу лингвистическую операциональную когерентность и нашу адаптацию в области языка.

У читателя, добравшегося до этого места нашего изложения, подобное утверждение не вызовет удивления. Действительно, мы видели, что живой организм существует, пока и поскольку он дрейфует в области возмущений независимо от того, присущи эти возмущения самой этой области или они вызваны его собственными действиями. Далее мы видели, что нервная система порождает поведенческую динамику, создавая отношения внутренней нейронной активности в условиях операциональной замкнутости. Живая система на любом уровне организована так, чтобы породить внутренние регулярности. То же самое происходит и в социальном сопряжении через язык в порождаемых языком разговорных сетях, которые в силу своей замкнутости создают единство того или иного конкретного человеческого общества. Это

новое измерение операциональной когерентности нашего совместного оязычивания и есть то, что мы воспринимаем как сознание, «наш» разум и наше «Я».

Слова, как известно, — знаки для лингвистической координации действий, а не предметы, которые мы передвигаем с места на место. Именно наша история рекуррентных взаимодействий есть то, что делает возможным наше онтогенетическое структурное развитие в структурной сопряженности, открывающей возможность межличностной координации действий, это происходит в мире, который является общим для всех нас, поскольку мы специфицировали его своими действиями. Только когда структурная сопряженность некоторых сторон нашего существования искажается, мы начинаем понимать (если размышляем над этим), до какой степени наши поведенческие координации в манипулировании окружающим миром и коммуникация неотделимы от нашего жизненного опыта. Такие сбои в некоторых аспектах нашего структурного сопряжения обычны в повседневной жизни — от покупки хлеба до воспитания ребенка. Они служат примерами изменения направления нашего онтогенетического структурного дрейфа в бесконечном процессе исторического преобразования. Действительно, обычно мы не осведомлены об исторической текстуре, которая кроется за лингвистическими и биологическими когерентностями, участвующими в простейших действиях нашей общественной жизни. Обращал ли читатель когда-нибудь внимание на процессы, неизменно происходящие при самом тривиальном разговоре: голосовые модуляции, последовательность произнесения слов, момент, когда один из говорящих уступает слово другому, и т. д.? Обычно мы производим все эти действия без каких-либо усилий, вследствие чего наша повседневная жизнь представляется нам столь простой и естественной. И в самом деле, она кажется столь простой и естественной, что мы нередко просто не замечаем ее богатства и не ценим ее красоты. Между тем она является собой изысканную хореографию поведенческой координации.

Таким образом, появление языка у людей и всего того социального контекста, в котором язык возникает, порождают новый (насколько нам известно) феномен — разум и самосознание как наиболее глубокий жизненный опыт человечества. Не обладая соответствующей историей взаимодействий, проникнуть в эту присущую человеку сферу невозможно (вспомним хотя бы девочку-волка). В то же самое время разум как некий феномен оязычивания в сети социального и лингвистического сопряжения не есть нечто такое, что находится в мозге. Сознание и разум лежат в области социального сопряжения — именно там источник их динамики. Как часть социальной динамики человека, разум и сознание участвуют в выборе пути, по которому следует наш онтогенетический структурный дрейф. Кроме того, поскольку мы существуем в языке, порождаемые нами дискурсные области (поля суждений) становятся частью нашей области существования, равно как и фрагментом окружающей среды, в которой мы сохраняем идентичность и адаптацию. Это хорошо знал Робинзон Крузо. Поэтому он вел календарь, читал каждый вечер Библию и переодевался к обеду. Он вел себя так, словно все еще жил в Англии, оставаясь в лингвистической области, в которой обладал собственной человеческой индивидуальностью и где мог сохранить самобытность и адаптацию. Мы, говорящие все эти ученые слова, по существу ведем себя так же. Либо мы порождаем тем, что говорим и делаем, лингвистическую (социальную) область, в которой наша индивидуальность как ученых сохраняется, либо мы исчезаем как таковые.

Каждая структура есть принуждение. Мы, люди, существуем как люди в сети структурных связей, которую мы непрерывно плетем, осуществляя, в рамках нашего поведения, постоянный лингвистический тро-фаллаксис. Язык никогда никем не изобретался только для того, чтобы воспринять внешний мир. Следовательно, язык не может быть использован как орудие для открытия этого мира. Скорее, именно с помощью оязычивания акт познания порождает мир в той поведенческой координации, которая есть язык. Мы проводим свои жизни во взаимной

лингвистической сопряженности не потому, что язык позволяет нам раскрывать самих себя, но потому, что мы образованы в языке в непрерывном становлении, которое мы творим с другими. Мы находим самих себя в этом коонто-генетическом взаимосопряжении не в качестве предшествующего референтного соотнесения и не в качестве соотнесения с некоторым началом, а как непрестанную трансформацию в становлении лингвистического мира, который мы строим вместе с другими человеческими существами.

10. Древо познания

Познание и познающий

Подобно рукам на гравюре Эшера (рис. 5), эта книга следовала по круговому маршруту. Мы начали с особенностей нашего повседневного опыта, общих для разделяемой всеми нами социальной жизни. От этого начального пункта мы перешли к клеточному аутопоэзу, организации метаклеточных и их поведенческой сфере, операциональной замкнутости нервной системы, лингвистическим полям и языку. Двигаясь по указанному маршруту мы строили систему объяснений, способную показать, как возникают живые существа. Мы узнали, как социальные явления основанные на лингвистическом сопряжении, порождают язык и как язык из нашего повседневного опыта познания позволяет нам объяснить свое происхождение. Начало есть конец.

Тем самым мы выполнили задачу, которую поставили перед собой, а именно: теория познания должна показать, каким образом познание порождает объяснение познания. Такая ситуация весьма отлична от той, с которой обычно приходится сталкиваться, когда сам феномен объяснения и феномен подлежащий объяснению, принадлежат различным областям.

Если читатель самым *серьезным* образом проследил за всем, что было сказано на предыдущих страницах, то он будет вынужден смотреть на все, что он делает — обоняет, видит, строит, приемлет, отвергает, говорит, — как на мир, рожденный в сосуществовании с другими людьми посредством описанных нами механизмов. Если мы верти читателя в искушение рассматривать самого себя таким же образом, как и все эти феномены, то наша книга достигла своей первой цели.

Конечно, поступая так, мы поставили себя в ситуацию замкнутого круга. От этого у нас, вероятно немного закружилась голова, как от разглядывания рук на гравюре Эшера. Такое головокружение возникает из-за отсутствия *фиксированной точки отсчета*, привязав к которой свои описания, мы могли бы придать им определенность и отстаивать их правильность. Действительно, если мы исходим из предположения о существовании объективного мира, независимого от нас как наблюдателей и доступного нашему познанию через нашу нервную систему, то мы оказываемся не в состоянии понять, каким образом наша нервная система, функционируя в своей собственной структурной динамике, тем не менее создает образ независимого от нас объективного мира. Но если мы не *исходим* из предположения о существовании объективного мира, независимого от нас как наблюдателей, то все выглядит так, как если бы мы полностью принимали, что все относительно и все возможно, отрицая тем самым всякую закономерность. Так мы сталкиваемся с проблемой понимания того, каким образом наш повседневный опыт (практика нашей жизни) связан с окружающим миром, наполненным регулярностями, которые в любой момент времени являются результатом наших биологических и социальных историй.

И снова нам приходится идти по лезвию бритвы, избегая впасть в крайности репрезентационализма (объективизма) и солипсизма (идеализма). Наша цель в этой книге состояла в том, чтобы найти «средний путь» (*via media*): понять регулярность мира, все время ощущаемую нами, но без какой-либо независимой от нас точки отсчета, которая придала бы достоверность нашим описаниям и когнитивным утверждениям. Действительно, весь механизм порождения нас самих как авторов описания и наблюдателей говорит нам о том, что наш мир как мир, который мы создаем в сосуществовании с другими, всегда будет представлять собой

смесь регулярности и изменчивости сочетание незыблемости и зыбкости, столь типичное для жизненного опыта человека, если взглянуть на него пристальнее.

Тем не менее мы явно не в состоянии разорвать замкнутый круг и шагнуть за рамки нашей когнитивной области. Сделать нечто подобное означало бы изменить сверхъестественным образом природу языка и природу нашего становления. Мы изменили бы природу нашей собственной природы.

Непреложным фактором остается то, что мы непрерывно погружены в эту сеть взаимодействий, результаты которых зависят от истории. Эффективное действие приводит к эффективному действию, именно когнитивный круг характеризует наше становление как выражение нашего свойства быть автономными живыми системами.

Через такую непрекращающуюся рекурсивность любой возникающий мир с необходимостью прячет свое начало. Мы существуем в настоящем; прошлое и будущее — это лишь способы существовать сейчас. Биологически не существует способа, который бы позволил нам представить, что происходило с нами при обретении тех регулярностей, к которым мы постепенно привыкали, — от ценностей и предпочтений до цветов и запахов. Биологический механизм говорит нам о том, что операциональная стабилизация в динамике организма не воплощает способ, которым она порождена. Жизнь как занятие не оставляет никаких следов относительно своих начал. Все, что мы можем делать, — это породить посредством языка объяснения, которые вскрывали бы механизм, порождающий мир. Существовая мы порождаем когнитивные «слепые пятна», которые могут быть прояснены только путем создания новых слепых пятен в другой области. Мы не видим, чего именно мы не видим, а то, чего мы не видим, не существует. Только когда некоторое взаимодействие смещает нас из привычной позиции, например, когда мы неожиданно попадаем в другое культурное окружение и начинаем размышлять над случившимся, — только тогда мы создаем новые созвездия отношений, объясняя это тем, что не знали о них или считали их чем-то само собой разумеющимся.

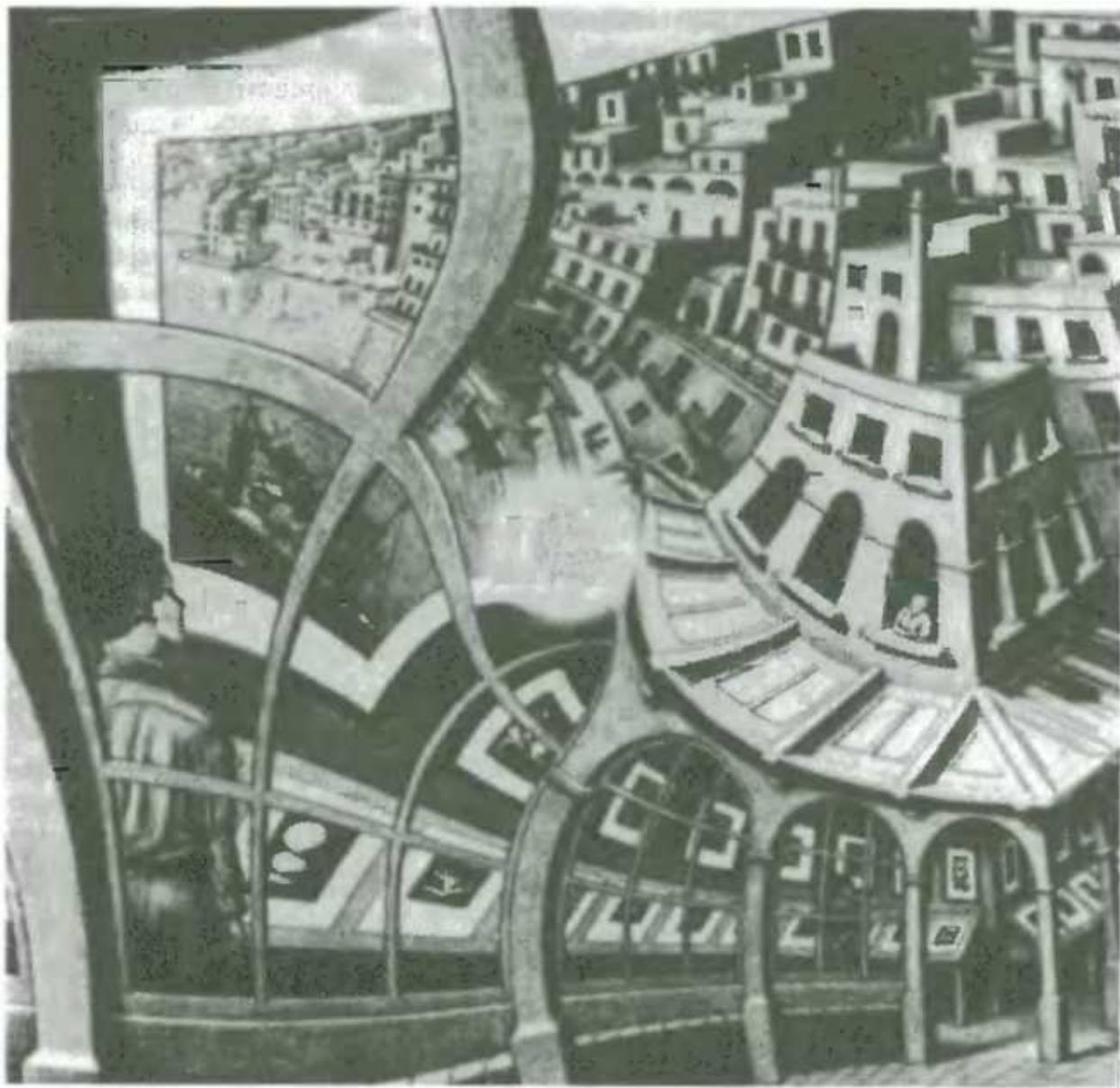


Рис 72. М. К. Эшер. «Картинная галерея».

Вся совокупность регулярностей, присущих сопряжению социальной группы, является ее биологической и культурной традицией. Традиция — это не только способ видеть и действовать, но и способ скрывать, или утаивать. Традиция включает в себя все варианты поведения, которые в истории социальной системы стали очевидными, регулярными и приемлемыми. Поскольку все эти варианты не требуют размышлений для своего осуществления, они остаются невидимыми до тех пор, пока не становятся неприемлемыми. И именно тогда в игру вступает рефлексия.

Все, что есть общего у людей, — это биологическая традиция. Она началась с возникновения репродукции в аутопоэзных системах и культурной традиции, зародившейся несколько миллионов лет назад с появлением наследственной линии гоминид. Это общее биологическое наследие есть основа того мира, который мы, человеческие существа, создаем совместными усилиями посредством конгруэнтных различий. Несмотря на эти различия, природа одна и та же для всех нас: мы все согласны, что небо голубое, а солнце восходит каждый день. Вместе с тем наше общее биологическое наследие допускает расхождение культурных миров, обусловленное возникновением того, что может стать сильно отличающимися культурными традициями.

Таким образом, человеческое познание как эффективное действие принадлежит

биологической области, но всегда проживается в той или иной культурной традиции. Объяснение когнитивных явлений, предложенное нами в этой книге, основано на традиции науки и остается в силе, покуда удовлетворяет научным критериям. Особенность этого объяснения внутри самой научной традиции, однако, в том, что оно порождает фундаментальное концептуальное изменение: познание не касается объектов, ибо познание — это эффективное действие, и по мере узнавания того, как мы познаем, мы порождаем самих себя. Познание нашего познания — это не линейное объяснение, начинающееся с некоторой абсолютной точки и развивающееся до полного завершения по мере того, как все становится объясненным. Познание того, как мы познаем, скорее напоминает мальчика из «Картинной галереи» Эшера (рис. 72). Картина, которую он разглядывает, постепенно и незаметно трансформируется... в город, в котором находятся и галерея и сам мальчик! Указать исходную точку невозможно, (де она: Снаружи? Внутри? Чего? Города? Разума мальчика? Но признание этой когнитивной циркулярности не создает проблемы для понимания феномена сознания. Напротив, оно становится исходным пунктом, позволяющим нам объяснить феномен познания научно.

Когда Адам и Ева вкусили плод с дерева познания добра и зла, — говорится в Библии, — они превратились в других существ, которые так и не вернулись к своей первоначальной невинности. До вкушения запретного плода их знание о мире выражалось в их наготе. Они бродили, нагие, пребывая в невинности единственного знания. Вкусив запретный плод, они познали, что были нагими; познали, что они познали.

В нашей книге мы вернулись к «древу познания». Мы предложили читателю вкусить от плода этого дерева, представив ему научное исследование познания как биологического феномена. Проследив за ходом рас-суждений предпринятого нами исследования и усвоив проистекающие из него следствия, мы поняли их неизбежность. *Познание познания принуждает.* Оно принуждает нас с неослабной бдительностью относиться к искушению определенностью. Оно принуждает нас осознать, что определенность не является доказательством истинности. Оно принуждает нас осознать, что мир, который видит каждый из нас, не есть этот (определенный) мир, а есть лишь *некий* мир, который мы создаем вместе с другими. Оно принуждает нас понять, что мир станет другим, только если мы станем жить по-другому. Оно принуждает нас потому, что когда мы знаем, что мы знаем, мы не можем отрицать ни перед собой, ни перед другими, что мы знаем.

Познание познания принуждает

Вот почему все сказанное в этой книге через знание нашего познания с необходимостью приводит нас к этике, которой нельзя избежать, к этике, точка отсчета которой находится в осознании биологической и социальной структуры человеческих существ; к этике, которая возникает из рефлексии человека и ставит рефлексию человека в самый центр как основополагающий социальный феномен. Если мы знаем, что наш мир с необходимостью есть мир, который мы создаем вместе с другими, то всякий раз, когда мы вступаем в конфликт с другим человеком, *с которым хотим продолжать сосуществование*, мы не можем утверждать, что именно для нас сохраняет определенность (остается абсолютной истиной), ибо это означало бы отрицание другого человека. Если мы хотим сосуществовать с другим человеком, то должны признать, что его *определенность* (сколь бы нежелательной она ни была для нас) *столь же законна и реальна, как и наша собственная*, потому что его реальность, как и наша собственная, выражает сохранение им структурной сопряженности в области существования, сколь бы нежелательным это для нас не выглядело. Следовательно, единственная возможность для сосуществования состоит в выборе более широкой перспективы, области существования, в

которой обе стороны находят себе место, порождая совместными усилиями общий мир. Конфликт всегда является взаимным отрицанием. Он никогда не может быть разрешен в той области, где возник, если его участники занимают «вполне определенную» позицию. Конфликт может быть устранен, только если мы переходим в другую область, где возможно сосуществование. Знание этого знания составляет социальный императив антропоцентристской этики.

Биология показывает нам, что уникальность человека заключается исключительно в социальной структурной сопряженности, которая осуществляется через оязычивание, порождающее (а) регулярности, свойственные социальной динамике человека, например индивидуальность и самосознание, и (б) рекурсивную социальную динамику человека, которая влечет за собой рефлексивность, позволяющую нам понять, что как человеческие существа мы обладаем только тем миром, который создаем вместе с другими людьми, нравятся нам они или нет.

Биология также показывает нам, что мы можем расширять нашу когнитивную область. Это осуществляется при приобретении нового опыта через размышление, через встречу с незнакомым человеком или, более непосредственно, через выражение биологической межличностной конгруэнтности, которая позволяет нам *увидеть* другого человека и открыть для него пространство, где он может существовать рядом с нами. Этот акт называется *любовью* или, если мы предпочитаем более мягкое выражение, принятием другого лица рядом с нами в нашей повседневной жизни. Такова биологическая основа социальных явлений: без любви, без принятия других живых существ помимо нас, не существует социального процесса, и, следовательно, всей совокупности человеческих качеств. Все, что затрудняет принятие других людей, от претензии на единоличное обладание истиной до незыблемой идеологии, подрывает социальный процесс потому, что подрывает породивший его биологический процесс. Не будем обманывать себя: мы не морализируем и не проповедуем любовь. Мы лишь обращаем внимание на то, что, биологически, без любви, без принятия других, не существует феномена социальности. Если мы все же живем вместе таким образом, то мы проживаем в атмосфере безразличия и отрицания под видом любви.

Отказ от любви как биологической основы социальной жизни, равно как и от этических следствий любви, означал бы игнорирование нашей биологической истории, которой более 3,5 миллиарда лет. Мы можем возражать против использования понятия любви в научном мышлении из опасения за объективность нашего рационального подхода. Но из того, что было сказано на страницах нашей книги, должно быть ясно, что подобные страхи необоснованны. Любовь — это биологическая динамика с глубокими корнями. Это эмоция, определяющая в организме динамическую структурную схему, ступень к взаимодействиям, которые могут привести к операциональным когерентностям социальной жизни. Любая эмоция (страх, гнев, печаль и т. д.) есть биологическая динамика, которая обладает глубокими корнями и определяет структурные паттерны, ступени к взаимодействиям, которые могут привести к различным областям операциональных когерентностей (пуститься наутек, вступить в схватку, воздержаться от столкновения и т. д.).

Аналогичным образом, не учитывать тождество познания и действия, не видеть, что познание есть действие, и не понимать, что любой человеческий акт осуществляется в оязычивании и, как таковой (как социальный акт), имеет этическое приложение постольку, поскольку влечет за собой человеческие качества, — означает не видеть человека как живую сущность. Поступать так (теперь, когда мы знаем, как мы познаем) означает обманывать себя. Что бы и в какой бы области мы ни делали — конкретное (ходьба) или абстрактное (философское размышление), — это действие захватывает целиком все наше тело, ибо

осуществляется через нашу структурную динамику и через наши структурные взаимодействия. Все, что мы делаем, — это структурный танец в хореографии сосуществования. Именно поэтому все, о чем шла речь в нашей книге, служит источником не только научного исследования, но и понимания нашей «человечности». Мы подвергли исследованию социальную динамику. Полученные нами результаты указывают на основную онтологическую особенность нашего человеческого состояния, которая больше не является всего лишь гипотезой, а именно на то, что *мы обладаем только тем миром, который создаем вместе с другими людьми, и что только любовь помогает нам создавать этот мир* Если нам удалось подвести читателя к подобной мысли, то наша книга достигла и второй своей цели

Этика

Всякий человеческий акт совершается в языке. Всякий акт в языке вызывает к существованию мир, созданный совместно с другими людьми в акте сосуществования, который и порождает то, что присуще только человеку. Таким образом, каждый человеческий акт имеет этическое значение потому, что представляет собой акт сотворения с «ого мира. Эта связь человека с человеком в конечном счете является фундаментом всей этики как рефлексии о правомерности существования других.

Мы утверждаем, что корень всех неприятностей и затруднений, с которыми нам приходится сталкиваться сегодня, заключается в нашем полном неведении относительно познания. Речь идет не о знании, а о знании знания, которое становится настоятельно необходимым. Речь идет не о знании того, что бомба убивает, а о том, что мы хотим сделать с бомбой, а это определяет, воспользуемся мы бомбой или не воспользуемся. Обычно мы игнорируем или отрицаем такое знание, чтобы уйти от ответственности за свои повседневные действия, поскольку именно наши действия (все без исключения) помогают создавать и воплощать тот мир, в котором мы стали теми, кем стали вместе с другими, в процессе создания мира. Слепые к прозрачности наших действий, мы смешиваем образ, который мы создаем, с бытием, которое хотим вызвать к жизни. Только знание знания может исправить такое непонимание.

Наше повествование подошло к концу. Эта книга приглашает Вас, читатель, к размышлению. Размышление приведет Вас к познанию Вашего собственного знания, и вполне в Ваших силах сделать такое знание плотью и кровью Вашего действия.

Рассказывают историю о некоем острове и его обитателях^[18]. Островитянам очень хотелось перебраться на другой остров, где жизнь была более здоровой и благополучной. Проблема заключалась в том, что островитяне не умели плавать и управлять парусом, а если и умели когда-то, то давно утратили необходимые навыки, и поэтому одни островитяне просто отказывались даже думать об альтернативе привычному обитанию на острове, а другие пытались найти решение проблем, так сказать, локально, не помышляя о преодолении водных просторов. Но время от времени некоторым островитянам удавалось изобретать заново искусство плавать и ходить под парусами И время от времени к ним подходил какой-нибудь страждущий новых знаний, и между ними происходил следующий разговор.

— Я хотел бы переплыть на другую землю

— Тогда тебе необходимо научиться плавать. Ты готов приступить к обучению?

— Да, но я хотел бы прихватить с собой тонну капусты.

— Какой еще капусты?

— Это моя еда. Должен же я на том берегу или острове, словом, на той стороне, чем-то питаться.

— А если там есть своя пища?

— Не понимаю, о чем вы. Я не уверен, что там есть что-нибудь съедобное. Мне обязательно надо взять капусту с собой.

— Но ты не сможешь плыть с тонной капусты. Слишком большой груз.

— Тогда я не могу учиться плавать. Вы говорите, что моя капуста — это большой груз. Я же утверждаю, что это моя основная пища.

— Предположим, что это всего лишь аллегория и что вместо того, чтобы толковать о капусте, мы говорим о фиксированных идеях, исходных посылках или определенных суждениях. Что тогда?

— Гм... Я, пожалуй, отнесу свою капусту кому-нибудь, кто понимает, что мне нужно

Глоссарий

Аксон Протоплазматический отросток нейрона, способный проводить нервные импульсы, отходящий (но одному от клетки) от тела клетки или главного дендрита нервной клетки

Аминокислоты Органические кислоты, служащие компонентами белков.

Каждая аминокислота состоит из аминогруппы, кислоты и молекулярного остатка, характерного для каждого типа аминокислот. В белках живых существ встречаются около двадцати различных аминокислот^Т например, лизин, аланин, лейцин.

Антропоиды Группа высших приматов, в которую входят гориллы (*человекообразные*) шимпанзе, гиббоны и орангутаны.

Бактерии Одноклеточные микроорганизмы, не разделенные мембранами на внутренние отделы (некомпартиментализованные), т. е. имеющие прокариотическое строение.

Белки (протеины) Органические макромолекулы, представляющие собой цепи из большого числа аминокислот. Эти цепи складываются в трехмерные структуры, обладающие различными характеристиками в зависимости от последовательности образующих их аминокислот.

Гаметы Репродуктивные клетки, такие, как яйцеклетка (женская (*половые клетки*)) половая клетка) и сперматозоид (мужская половая клетка), которые сливаются при оплодотворении

Ген Операционально определяемая генетическая единица, которая через синтез белков может быть ассоциирована с определенным сегментом молекулы ДНК

Гоминиды Группа приматов, в которую входят современный

Homo sapiens и его непосредственные предшественники.

ДНК(дезоксирибонуклеиновая кислота) Основная нуклеиновая кислота и главная компонента хромосом. Участвует в синтезе клеточных белков, определяя посредством РНК последовательность аминокислот.

Дендриты Протоплазматические отростки нейрона, не проводящие нервных импульсов. Нейроны отличаются по числу, форме и длине своих дендритов.

Длина волны Длина пути, проходимого волной за один полный цикл

Различные цвета видимого света и вообще различные виды электромагнитного излучения отличаются различными длинами волн.

Жгутик Клеточная органелла, имеющая форму подвижного вольфрамового крючка.

Зигота Клетка, образующаяся при слиянии двух гамет (половых клеток) противоположного пола, исходная точка в развитии многоклеточного организма при половой репродукции.

Зрительный нерв Пучок аксонов, исходящих от ганглиозных клеток сетчатки и заканчивающихся в различных ядрах головного мозга

Инсулин Гормон, выделяемый поджелудочной железой и принимающий участие в регулировании организмом клеточного поглощения глюкозы.

Ископаемые Минерализованные останки живого организма.

Килопарсек Астрономическая единица расстояния, равная приблизительно 3260 световым годам.

Клеточный метаболизм Процессы молекулярного обмена, происходящие при аутометаболизме клетки.

Кора головного мозга Слой серого вещества (нейронов), покрывающий поверхность больших полушарий мозга.

Ложноножки Временные протоплазматические выросты у амeboидных (*псевдоподии*) клеток.

Миксомицеты Группа клеточных организмов, жизненный цикл которых подразделяется на несколько фаз, включающих амебоидных особей и клеточные скопления со слиянием или без слияния клеток.

Митоз Процесс декомпарментализации, приводящий к репродукции клетки.

Мозжечок Часть центральной нервной системы позвоночных, принимающая участие в тонкой модуляции мышечной активности, порождаемой в результате действия других частей нервной системы.

Мозолистое тело Система аксонов, связывающих между собой кору полушарий головного мозга млекопитающих.

Нейроны Клетки, обладающие аксоном и дендритами и образующие нервную систему как сеть взаимодействующих клеток.

Нейротрансмиттеры Вещества, выделяемые на синаптических окончаниях и вызывающие генерацию электрического заряда в рецепторном нейроне.

Нуклеиновая кислота Цепь нуклеотидов. См. ДНК или РНК.

Нуклеотиды Органические молекулярные компоненты нуклеиновой кислоты. Каждый нуклеотид состоит из молекулы сахара (рибозы или дезоксирибозы), фосфорной кислоты и азотистого основания (пурина или пиримидина).

Плазмодий Многоядерная структурная единица, возникающая при слиянии нескольких одноядерных эукариотических особей.

Полушария головного Два передних симметричных отдела центральной нервной системы позвоночных.

Прокариоты Клетки, не разделяемые на отделы (некомпарментализованные), например бактерии.

Простейшие Свободноживущие эукариотические клетки.

Рекурсивный Характеристика процесса, воздействующего на продукт собственного действия.

РНК(рибонуклеино- Нуклеиновая кислота, принимающая участие в синтезе *белков* в цитоплазме клетки).

Световой год Астрономическая единица длины, равная расстоянию, проходимому лучом света за год. Скорость света составляет приблизительно 300 000 км/с.

Синапс Место тесного контакта между двумя нейронами, обычно между аксоном одного нейрона и дендритами или телом другого нейрона, а также между окончаниями аксонов или между дендритами.

Споры Клетки, покрытые прочным наружным слоем (оболочкой), служащие для расселения в состоянии покоя многих типов организмов **Термоядерные** Реакции слияния более легких атомных ядер в тяжелые,

реакции происходящие при очень высоких температурах (порядка 10000 С) и сопровождающиеся выделением колоссального количества энергии.

Трофаллаксис (взаимное кормление) Буквально по-гречески «поток пищи», структурная корреляция, имеющая место между организмами благодаря обмену пищей или продуктами секреции

Феноменология Область всех явлений, определяемых в терминах взаимодействия некоторого класса существ.

Хромосомы Ядерные динамические макромолекулярные тела, состоящие из нуклеиновых кислот и белков в ядерных клетках В расширенном смысле хромосома означает также кольцевую структуру, образуемую в бактериях нуклеиновыми кислотами. Хромосомы отчетливо наблюдаются при делении ядерных клеток и имеют разнообразные устойчивые видоспецифические характеристики.

Эстральный (течко- Периодически повторяющиеся сезонные изменения *вый) цикл* в половых органах самок млекопитающих.

Эукариоты Клетки с цитоплазматической компартментализацией, в том числе с обособлением ядра, митохондрий, хлоропла-стов.

Примечания

1

Maturana H Я The Neuro-physiology of Cognition — In: Garvin P Cognition A Multiple View. — NY Spartan Books, 1969 Окончательный вариант этой статьи опубликован как. Maturana H Я. The Biology of Cognition BCL Report no 9.0, 1970, и перепечатан в книге «Autopoiesis and Cognition» (см прим. 3).

2

Maturana H Я, Varela FI De möqumas y seres vivos Una teoria de la organiza-ciyn biolygica. — Santiago Editorial Umversitaria, 1973. Английский перевод статьи см. в книге «Autopoiesis and Cognition The Realization of the Living — Boston D Reidel, 1980

3

Maturana H., Viuéla F Autopoiesis and Cognition The Realization of the Living. — Boston D Reidel, 1980

4

См., напр., Maturana H Я Biology of Language Episte-mology of Reality — In Psychology and Biology of Language and Thought, eds C Miller, E.Lenneberg — N Y: Academic Press, 1978, Varela FJ Principles of Biological Autonomy. — NY North-Hollarid, 1979.

5

S L. Miller Science 117(1953} 528

6

Bonner J.T. Proceedings of the National Academy of Science USA. 45 (1959): 379.

7

Marguhs L, Schwartz K Five Kingdoms — San Francisco: Freeman, 1982.

8

Sperry R.WJ Neurophysi-ology. 8 (1945) 15.

9

MacLejt, C. ThB Wolf Children — N.y. Penguin Book 1977,

10

Bonner J. T. The bvolution °f Culture in Animal Societies. Princeton, N.J.: Princeton University

Press, 1980.

11

8 Berg H. Scientific American, 233 (1975): 36

12

DeVorel. Hall K.R. Primate Behavior.,N.Y: Holt, Reinhardt & Winston, 1965 PP 20-53

13

Kawamura S Journ of Primatology. 2 (1959) 43

14

H Gardner Ft A., Gardner B T. Science, 165(1969): 664

15

Savage — Rumbaugh E.S., Rumbaugh D M, Smith ST., Lawson J. Science, 210 (1981): 922

16

Sperry R.W The Harvey Lectures, 62 (1968) 293.

17

Gazzaniga MS., Le Doux J E. The Integrated Mind. Ithacs Cornell University Press, 1978

18

Shah I The Sufis — N.Y-Anchor Books, 1971, pp 2-15