

Александр Гангнус
"Эволюция для всех, или Путь кентавра"

Содержание

Вместо пролога. Наша родословная

ОТКУДА МЫ?
ДО ОБЕЗЬЯНЫ

Часть первая. ЖИЗНЬ ТАЙНАЯ

ГЛАВА ПЕРВАЯ,

о зарождении жизни и о том, почему такое могло случиться лишь однажды

- «ВСЕ ЖИВОЕ — ИЗ ЯЙЦА!»
- ВСЕ ЖИВОЕ — ИЗ ЖИВОГО
- ВСЕ ТРУДИЛИСЬ ХОРОШО
- ЖИЗНЬ НЕИЗБЕЖНА?
- В ОГНЕННОЙ КОЛЫБЕЛИ
- КЛЕТКА: НАДО ДЕЛИТЬСЯ
- ЗАКОДИРОВАННЫЕ ИНСТРУКЦИИ
- ПОИСКИ ВЫХОДА
- СОЛЯРИС НА ЗЕМЛЕ
- БИОКРИСТАЛЛ

ГЛАВА ВТОРАЯ,

которая рассказывает о перекрестках эволюции, о Колумбе биологии, о приключениях молекул и клеток, а также о трех дорогах в прошлое

- НАПРАВО ПОЙДЕШЬ, НАЛЕВО ПОЙДЕШЬ
- Сомнение 1. УПРЯМЫЕ ХВОСТЫ
- Сомнение 2. КОШМАР ДЖЕНКИНА
- Сомнение 3. ПРИЗРАК КЕНТАВРА
- ЭВОЛЮЦИЯ ЭВОЛЮЦИИ
- ИМПЕРИИ ЖИВОГО
- ПЕРВАЯ РАЗДАЧА СКЕЛЕТОВ
- ОТ КЛЕТОК-РЕМЕСЛЕННИКОВ
- К КЛЕТКАМ-РАБОЧИМ
- А НУЖНА ЛИ ПАЛЕОНТОЛОГИЯ?
- ТРИ ДОРОГИ В ПРОШЛОЕ

ГЛАВА ТРЕТЬЯ,

в которой сравниваются два способа исследовать природу и появляются предки, живущие на дне моря, а также обнаруживается, что, когда нарушаются научные законы, начинается самое интересное

- «ПРИЯТНОЕ ЗРЕЛИЩЕ ПРИРОДЫ»
- ШКАТУЛОЧНАЯ ТЕОРИЯ
- НО ВОТ ПРИШЕЛ ВОЛЬФ
- Вопросы к теории:
- ЛУЧШЕ ДУМАТЬ ИЛИ БОЛЬШЕ ЭКСПЕРИМЕНТИРОВАТЬ?
- ИНТУИЦИЯ УЧЕНОГО
- ПЕСНЯ О КОВАЛЕВСКОМ И ЛАНЦЕТНИКЕ-АМФИОКСЕ

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ,

в которой выясняется, что внутри нас живет не только прошлое, но и будущее

- ИНТУИЦИЯ ПРИРОДЫ
- БИОВРЕМЯ, ГЕОВРЕМЯ
- ЗЕМЛЯ В ДОКЕМБРИИ
- ВТОРАЯ РАЗДАЧА СКЕЛЕТОВ

Часть вторая. ЖИЗНЬ ЯВНАЯ

ГЛАВА ПЯТАЯ,

в которой мы впервые знакомимся с ископаемыми предками, пытаемся понять, откуда в силурийском море взялась мода на панцири, и размышляем над параллелями эволюции

- ТРЕТЬЯ РАЗДАЧА СКЕЛЕТОВ
- ЗАКОВАННЫЕ В БРОНЮ
- ПАРАЛЛЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ
- ПАРАЛЛЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ (Продолжение)
- ЖИВОЕ ИСКОПАЕМОЕ
- РЫБЫ ПО ЛУГУ ГУЛЯЮТ
- ОТ РАЗНЫХ КОРНЕЙ?

ГЛАВА ШЕСТАЯ,

в которой наши предки уже твердо стоят на своих четырех, выясняют родственные связи и к чему-то прислушиваются

- «ЧЕЛОВЕК — СВИДЕТЕЛЬ ПОТОПА»
- ТАИНСТВЕННЫЙ КАРБОН
- В ПОИСКАХ РОДСТВЕННИКОВ
- ВЕЛИКИЙ ПЕРЕЛОМ
- ЛЯГУШКОЯЩЕРЫ

ГЛАВА СЕДЬМАЯ,

из которой становится ясно, как трудно стать зверем и как это необходимо, если хочешь стать человеком

- ЯЩЕРЫ ИЛИ ЗВЕРИ?
- ОТКУДА ОНИ ВЗЯЛИСЬ?
- ВСЕ ПУТИ ВЕДУТ К НАМ?
- ТРУДНО СТАТЬ ЗВЕРЕМ
- ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ВПРОК?
- ЛУЧШЕ И ДЫШАТЬ, И ЖЕВАТЬ!
- ОНИ БЫЛИ ТЕПЛЫЕ И ПУШИСТЫЕ
- ГДЕ ПРОВЕСТИ ГРАНИЦУ?
- ПОЧЕМУ ОНИ ВЫМЕРЛИ?

ГЛАВА ВОСЬМАЯ,

в которой продолжается разговор о выгодах и невыгодах хорошей приспособленности к жизни, в которой еж и крот оказываются нашими пращадюшками, а братья по отряду, обезьяны, достигают конечной станции

- ПРИЯТНОГО МЛЕКОПИТАНИЯ!
- ЗАПАСНОЙ ВАРИАНТ ЭВОЛЮЦИИ
- ВЫЖИВАЮТ ПРИСПОСОБЛЕННЫЕ А ТОРЖЕСТВУЮТ НЕПРИСПОСОБЛЕННЫЕ?
- НАШИ ДЯДЮШКИ
- СТЕПЕНЬ РОДСТВА
- ЧЕЛОВЕКУ ЧЕТЫРЕ МИЛЛИОНА ЛЕТ?
- И ОПЯТЬ ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ?
- ПРАМАТЕРЬ ЕВА
- ЕЩЕ РАЗ ОБ ИСКУССТВЕННОМ И ЕСТЕСТВЕННОМ ОТБОРЕ
- ЭТО ЗВУЧИТ ГОРДО

ПУТЬ КЕНТАВРА,

Или 6 вступлений к дарвинизму завтрашнего дня

- ВСТУПЛЕНИЕ ПЕРВОЕ: «ОТ АДАМА»
- ВСТУПЛЕНИЕ ВТОРОЕ: ОТ ИЗВЕСТНОГО
- ВСТУПЛЕНИЕ ТРЕТЬЕ: СУТЬ ДЕЛА
- ВСТУПЛЕНИЕ ЧЕТВЕРТОЕ: СКВОЗЬ ТЕРНИИ
- ВСТУПЛЕНИЕ ПЯТОЕ: ОШЕЛОМЛЯЮЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ
- ВСТУПЛЕНИЕ ШЕСТОЕ: КЕНТАВРЫ ЭВОЛЮЦИИ

СЛОВАРИК УЧЕНЫХ

***С. Мейен.* РАЗВЕДАНЫЕ ТРОПЫ, НЕРЕШЕННЫЕ ЗАГАДКИ**

Вместо пролога. Наша родословная

ОТКУДА МЫ?

Что есть я? Мы?

Одно из самых первых проявлений человеческого сознания — это острый интерес к самому себе. Примерно в полугодовом возрасте ребенок бывает как громом поражен, поняв, что в большом зеркале платяного шкафа он видит... себя. Котенок, даже став взрослым котом — сильным, ловким, в общем, гораздо более сообразительным, чем полугодовалый младенец, никогда не реагирует на своего двойника в зеркале так остро. Только некоторые высшие из обезьян проявляют что-то вроде того пристального, человеческого интереса к себе, просыпающегося в нас так рано.

Иногда говорят об особой роли Человека в мире, во Вселенной. Человек — это материя, стремящаяся познать себя, достигшая уровня самопознания.

Но человек — не застывшая фотография. Он растет, меняется, появляются новые черты характера. Постепенно, вглядываясь в себя, юный человек убеждается, что почти все черточки своего портрета он может как-то понять и объяснить, только научившись ставить вопрос несколько иначе: «Откуда это во мне?», «Почему?»

От человека во все стороны растекаются волны бесчисленных «почему?». Он замечает, что он и ему близкие, ему подобные связаны со множеством предметов, вещей, обычаев, растений и животных. Сеть этих связей чудовищно запутана и усложнена. Чтобы распутать ничтожную их часть, нужны были тысячелетия развития человеческой культуры, науки. А для того, чтобы каждый из нас мог хотя бы частично повторить этот огромный путь, он должен много и долго учиться. Всю жизнь. И хорошо, если на какое-то из «почему?» мы за свою жизнь сумели ответить сами, увеличив, расширив область познанного, окружающую нас, людей.

Это книга о том, откуда мы, люди, взялись.

ДО ОБЕЗЬЯНЫ

Конечно, читатель, владеющий курсом биологии, преподаваемой в средней школе, знает, что человек произошел от обезьяны. Что люди догадывались об этом давно, но доказали это по-настоящему Ч. Дарвин и его ученики.

О том, как человек произошел от обезьяны, от какой именно обезьяны и как он превращался в настоящего человека, написано немало книг. И я почти не буду здесь об этом говорить.

Мы попытаемся вместе с тобой, читатель, пройти путь «до обезьяны». Путь в миллиарды лет — от появления самой первой «почти живой молекулы». И в сотни, тысячи лет, понадобившиеся человечеству, чтобы понять свое кровное родство со всем живым миром.

Конечно, рассказать обо всем невозможно, да я и не собираюсь. Но может быть, мне

удастся выделить самое главное в этих двух эволюциях — эволюции всего живого и эволюции эволюционного учения. А самое главное, оно же и самое трудное, — это те проблемы, которые мучают ученых и сейчас. Но я обещаю не обходить этих трудных мест...

Мы начнем с того времени, когда не было еще никаких организмов. Не было генов — тех наследственных зачатков, которые передают из поколения в поколение «инструкции» об устройстве и повадках живых существ. Ничего этого не было, но тем не менее некая преджизнь уже была и развивалась в растворах древних луж, озер, в «первичных бульонах» по очень мало исследованным пока физико-химическим законам самоорганизации. Эти законы, вероятно, родственные правилам кристаллизации морозных узоров на стекле, так похожи на заранее задуманное кем-то мудрым сознательное созидание, что некоторые биохимики называют их «биохимическим предопределением», но мы убедимся, что ничего сверхъестественного не было в этом чуде.

Потом мы попадаем во времена, когда первые полуорганизмы-полукристаллы — мельчайшие предклетки, кое в чем похожие на нынешние вирусы, и первые очень еще простого устройства клетки — бактерии, самые примитивные одноклеточные водоросли, — уже по-настоящему размножались, изменялись, совершенствуясь по законам изменчивости и отбора, по всем правилам эволюции. По каким правилам? О некоторых ты прочтешь в этой книге, о других — нет, но если бы эволюция шла только по тем правилам, которые уже удалось понять ученым-эволюционистам, то мир, может быть, так бы и остался заселенным невидимыми предклетками или бактериями, и не было бы ни деревьев, ни цветов, ни животных, ни нас с тобой! Ибо учение об эволюции все время развивается, и через двадцать лет многое в этой истории будет выглядеть иначе...

Некоторые из наших предков-микроорганизмов научились жить сообща, помогать друг другу теми веществами, которые могли вырабатывать только они, но которые нужны были всем. Каким-то таинственным и до сих пор не совсем понятным образом эти маленькие коллективы из представителей разных совершенно разных групп микроорганизмов (сегодня эти группы числят разными «империями», то есть рангом даже выше царств, например, животных и растений) окружили себя общей оболочкой, заполнили этот свой коллективный «скафандр» раствором, похожим по составу на «первичный бульон» первого этапа развития жизни. Современные ученые сравнивают этот способ творения живых существ — из смешения весьма между собой не схожих и не слишком родственных предшественников — с появлением мифических химер или не менее мифических кентавров. Но именно таким путем возникли первые настоящие клетки, из которых состоим и мы с тобой. Некоторые из этих клеток — те, которые включили в себя маленькие зеленые тельца предклеток-хлоропластов, — сами научились вырабатывать с помощью солнечного света все нужные вещества из неживой материи. Другие клетки стали питаться теми веществами, что были приготовлены зелеными... Так было заложено деление живого мира на автотрофы и гетеротрофы — на мир зеленых растений и прочих существ, зависящих в своем питании от первых.

Мы увидим, как и эти, теперь уже настоящие клетки, «догадались» объединиться, чтобы сообща бороться за жизнь и совершенствоваться. Как колонии клеток постепенно превращались в многоклеточные растения и животных, как клетки приобретали специальности, становясь нервными, покровными, пищеварительными, как они образовывали органы. Вместе с учеными мы проникнем в мир наших клеток-кентавров, хранящих историю далекого прошлого, еще не забывших навыки самостоятельного питания и размножения и даже поведения, неведомого для нас, их хозяев.

Мы узнаем, как небольшое временное усовершенствование, придуманное природой для свободно плавающих личинок некоторых морских животных, оказалось очень нужным, удачным приспособлением — хордой и положило начало целому типу наиболее совершенных животных, к которым принадлежим и мы, люди.

Мы попытаемся понять, что именно толкнуло древних предков рыб на путь усовершенствования «органов управления» телом — нервной системы и мозга, как вышла на сушу первая кистеперая рыба. Попробуем распутать сложные степени родства, связывающие нас с четвероногими «братьями меньшими» — земноводными, ящерицами, сумчатыми зверями.

По пути мы поговорим о тех ученых, которые сделали возможной эту встречу с предками. И закончим рассказом о генной инженерии, которая взялась, наконец, искусственно создать — из разных организмов — новых химер, новых кентавров, новые составные организмы, и о том, какой совершенно необычный свет проливает это научное направление на весь путь, пройденный нашими предками, на эволюцию в целом и на судьбу эволюционного учения.

Рис. Геохронология. В этой книге много раз будет говорить о сроках эволюции, о часах нашей планеты, существующей около пяти миллиардов лет. Геохронологическая шкала была разработана еще в XIX веке, и довольно долго ученые знали, что было раньше, а что позже, не представляя себе, когда это было и сколько длилось. Это была относительная шкала. Но только в XX веке, и далеко не сразу, по распаду долгоживущих радиоактивных элементов обнаружили абсолютные цифры, истинная продолжительность всех этих эр, периодов и эпох, в которых разворачивалась наша родословная.

Эон	Эра	Период	млн. лет назад	общебиол события	События на пути к человеку				
ФАНЕРОЗОЙ (ЖИЗНЬ ЯВНАЯ)	КАЙНОЗОЙ	Четвертичный	1,8	"взрыв" видообразования млекопитающих после гибели	выделение приматов из насекомоядных				
		Третичный	65						
	МЕЗОЗОЙ	Мел	144	динозавров					
		Юра	206						
		Триас	251		звероящеры				
	ПАЛЕОЗОЙ	Пермь	290			первые растения на суше (460)			
		Карбон	354				появление хорды		
		Девон	409					появление животных с зеркальной симметрией	
		Силур	439						
		Ордовик	490						
Кембрий		543							
ПРОТЕРОЗОЙ	Венд	690		древнейшие животные с (610) радиальной симметрией (750) зеленые водоросли					
	Рифей	1700		(1.000-900) многоклеточные водоросли					
				(1.200) многоклеточные красные водоросли					
	Нижний пртрз	2500		(1.900-1.700) самые древние эукариоты - одноклеточные ядерные организмы					
АРХЕЙ	жизнь тайная	3600		(2.750) древнейшие цианобактерии					
				(3.500) самые древние микрокаменелости					

Часть первая. ЖИЗНЬ ТАЙНАЯ

ГЛАВА ПЕРВАЯ

О зарождении жизни и о том, почему такое могло случиться лишь однажды

ГЛАВА ВТОРАЯ,

которая рассказывает о перекрестках эволюции, о Колумбе биологии, о приключениях молекул клеток, а также о трех дорогах в прошлое

ГЛАВА ТРЕТЬЯ,

в которой сравниваются два способа исследовать природу и появляются предки, живущие на дне моря, а также обнаруживается, что, когда нарушаются научные законы, начинается самое интересное

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ,

в которой выясняется, что внутри нас живет не только прошлое, но и будущее

ГЛАВА ПЕРВАЯ

о зарождении жизни и о том, почему такое могло случиться лишь однажды

«ВСЕ ЖИВОЕ — ИЗ ЯЙЦА!»

Ты вышел ранней весной на берег пруда. Квакают и поют лягушки — этот концерт означает, что лягушки мечут икру. Можно подойти, взять пышный, как пена, комок прозрачно-серооливчатой икры, поглядеть на черные точки — зародыши головастиков (не зашевелились уже?) и быстро опустить икру обратно в воду, пока она не высохла, пока не прервалась по твоей вине новая жизнь.

Все просто и ясно? А ведь всего несколько веков назад очень многие умные люди и даже специалисты-зоологи думали, что лягушки, утри, крокодилы, черви заводятся просто из грязи и ила. Это называлось самозарождением. Вот что говорил, например, один из героев драмы Шекспира «Антоний и Клеопатра» (место действия — Африка): «Здесь земноводные рождаются из ила благодаря действию Солнца, как, например, крокодилы».

А один видный врач XVII века предлагает в своем солидном трактате каждому провести несложный опыт: «Возьмите кувшин, набейте туда грязного, желательно потного белья, засыпьте сверху пшеницей, подождите три недельки... А на двадцать первый день приходите любоваться выдающимся результатом вашего опыта — соединение нижнего белья и пшеницы породило... мышей, причем обоих полов и уже вполне взрослых!»

Список подобных несуразных, на наш нынешний взгляд, «опытов» и «наблюдений» может занять очень много места. Наверное, не надо и объяснять, в чем была главная ошибка этих «опытов». Впрочем, объясню: опыты не были чистыми, кувшин, например, не догадывались... закрыть!

Самое важное для нас другое: наивные сказки о самозарождении живого из неживого не вызвали сомнений потому, что никакого понятия об эволюции, долгом развитии животных и растений тогда вообще не было. А воспринимать как репортажи с места событий поэтические сказания и священные тексты о том, как боги или Бог творили всех тварей по паре, уже не получалось. Выход, казалось, был только один — признать самозарождение, поверить в него и подогнать под эту веру наблюдения и опыты, тем более что техника опытов была тогда еще очень несовершенной, примитивной.

Но шло время, наука развивалась, и появились сомнения в столь легком самозарождении. Великий английский врач и физиолог XVII века Вильям Гарвей, тщательно изучив великое множество зародышей разных животных, провозгласил совершенно новый принцип биологии: «Все живое — из яйца!»

Конечно, это правило нельзя назвать настоящим законом: из яйца, в обычном смысле этого слова, выводятся только многоклеточные животные. Растения, а также еще неизвестные в те времена одноклеточные микроскопические существа размножаются иначе. Но для того времени даже такой неполный закон был очень важен.

Великий врач XVII века Ф. Реди решил довести до конца опыт, который поневоле ставили тысячи людей и который веками поддерживал поверье о самозарождении живых тварей. Все знали, что если оставить на воздухе мясо, то в нем очень просто заводятся черви. Реди положил мясо змеи в открытый сосуд и стал ждать. Через несколько дней в портящемся мясе стали копошиться червячки, пожирая его. На этом раньше все опыты заканчивались, но Реди догадался не спешить... И вот...

«...Когда все мясо было съедено, черви начали энергично искать выход, но я закрыл все отверстия. На девятнадцатый день того же месяца некоторые червячки совсем перестали двигаться, как если бы они уснули, начали сморщиваться и постепенно принимать форму, напоминающую яйцо... Я отложил эти шары отдельно в стеклянные сосуды, тщательно прикрыл их бумагой, и к концу восьмого дня из каждого шара вышла муха...»

Значит, черви в мясе, которых видели миллионы людей, были всего лишь личинками мух! Конечно, можно было удовлетвориться этим открытием, гипотеза самозарождения как будто не очень страдала. Ну, не черви, личинки, но в мясе-то они появляются сами по себе...

Глядя на вылетающих из сосуда мух, Реди задумался. Да, можно и так объяснить явление, и это всех ученых, привыкших к идее самозарождения, вполне устроит. Но мухи... они же летают и очень любят садиться на мясо. Реди вспомнил и известное к этому времени высказывание Гарвея. Что, если мухи откладывают в мясо яйца, только такие мелкие, что глаз их не видит?

И вот ставится опыт, который и сейчас ученые считают образцом настоящего, чистого научного эксперимента.

Реди берет два кусочка свежего мяса, один из них заворачивает в плотную ткань и кладет в банку, прикрытую сверху точно такой же туго натянутой тканью.

Другой кусок мяса он положил незавернутым в открытую банку. Через некоторое время оба куска мяса стали портиться, гнить, но в завернутом куске мяса личинки мух не завелись, а в незавернутом — завелись! При этом на поверхности ткани, прикрывающей первую банку, Реди разглядел точки — мушинные яйца, из которых так и не смогли вывестись личинки.

Так было совершено одно из величайших открытий... Ты скажешь, трудно поверить, ведь все так просто, ребенок мог это сделать. Да, мог. Но для этого надо было сначала усомниться в своем знании и даже в знании авторитетов — крупных ученых.

А на это способен далеко не всякий.

ВСЕ ЖИВОЕ — ИЗ ЖИВОГО

Ну, а дальше?

Была ли сразу забыта и сдана в архив теория самозарождения жизни?

Нет! Очень скоро после открытия Реди, в конце XVII века, был изобретен микроскоп, и перед учеными открылся неведомый и необъятный мир «микрозверьков», размножающихся без яйца: инфузорий и микробов. Микроорганизмы кишели всюду, куда ни обращался вооруженный новым прибором глаз исследователя. И снова замелькали в научных изданиях описания «достоверных опытов», во время которых микроорганизмы появлялись «сами по себе» в самых разных сиропах, бульонах и настоях. Снова разгорелись споры сторонников и противников учения о самозарождении живого из неживого.

В середине XVIII века опубликовал результаты своих опытов знаменитый натуралист и священник Дж. Нидхем. Опыты как будто говорили: вскоре после кипячения (убивающего микроорганизмы) в любом питательном растворе, даже плотно прикрытом пробкой, неизбежно появляются микробы.

В ответ итальянский натуралист Л. Спалланцани повторил опыт Нидхема, но закупорил колбу с настоем не после кипячения (как это делал Нидхем), а до него. И микроорганизмов не появилось! Нидхем упрекнул Спалланцани в «пытке», которую тот учинил над несчастным раствором слишком долгим кипячением. Кипячение лишает раствор ростовой силы, говорил Нидхем. В таинственную ростовую, или производящую, или жизненную, силу верили многие ученые. Она-то и должна была, по мнению Нидхема,

сформировать из неживой материи новых микробов.

В начале прошлого века немецкий натуралист Лоренц Окен, исправив Гарвея, провозгласил новое правило биологической науки: «Все живое — из живого!» Но далеко не все признали истинность нового правила, с Океном спорили, его даже высмеивали.

Отголоски этого спора прозвучали в XIX веке. Главными лицами в том споре были талантливый французский биолог Пуше и его знаменитый соотечественник Луи Пастер. Свойства микробов, способы их размножения были изучены еще плохо, и это позволяло Пуше придумывать такие доводы, которые оспаривали чистоту опытов Пастера. Но Пастер решил довести дело до конца. В каждом следующем из своих блестяще поставленных опытов он учитывал все возражения. И убедил, наконец, последних из своих противников; научный мир признал принцип «все живое — из живого».

Между прочим, на стороне Пуше против Пастера очень резко выступил знаменитый русский критик, публицист, демократ и материалист Писарев. Писарев не был биологом, но очень хорошо знал состояние этой науки, что же заставило его выступить за идею самозарождения?

Да, в общем, как будто верная философская, «материалистическая» идея. Если жизнь не сотворена по воле Бога, значит, она должна была иметь начало, и, следовательно, самозарождение из неживого обязательно было.

И после этого Писарев и очень многие ученые, верившие в самозарождение, делали вывод: значит, жизнь может самозародиться и сейчас, на наших глазах.

Но именно этот вывод опыты Пастера окончательно разбивали. Снова становилась сомнительной вся идея рождения живого из неживого, и Писареву казалось, что прокладывается новый путь для старой идеи божественного творения.

Конечно, мысль о новом возвращении к идее божественного творения уже мало кого из ученых вдохновляла — ведь она делала ненужной науку. От ученых требовали хоть какого-нибудь ответа на вопрос: откуда на Земле появилась жизнь? И они нашли такой ответ, обойдясь и без самозарождения, и без акта творения! Вселенная, ее материя, ее атомы — вечны. А раз так, почему не могут быть вечными в этой Вселенной жизнь и «атомы живого» — микроорганизмы, споры-зародыши которых переносятся каким-то способом с планеты на планету и везде дают начало новой, впрочем, тогда уж не совсем новой, а бесконечно старой жизни Вселенной?

И вот появилась теория панспермии — живых пылинок, переносимых давлением солнечного света в головах и хвостах комет от планеты к планете, от звезды к звезде. Эту теорию поддерживали знаменитые физики Гельмгольц, Кельвин, Сванте Аррениус, а из российских ученых, например, Вернадский.

Сванте Аррениус особенно страстно выступал за теорию панспермии. Были проведены опыты, доказывающие большую устойчивость спор — зародышей бактерий, водорослей и грибов — к холоду и вакууму межпланетного пространства.

ВСЕ ТРУДИЛИСЬ ХОРОШО

Гипотеза панспермии жива по сей день. Хотя теперь она выглядит не совсем так, как в начале XX века. Прежде всего оказалось, что жизнь не могла быть вечной. В последнее время астрономы, геологи и физики установили, что и окрестности нашего Солнца, и весь видимый с Земли космос незадолго до рождения планеты были очень горячими. Такими горячими, что никакая прежняя жизнь, если она была, не выдержала бы — погибла.

Жизнь не могла быть вечной и потому, что, как оказалось, не вечны даже атомы. Когда была открыта радиоактивность некоторых химических элементов, ученые сразу попытались использовать распад атомов этих элементов, идущий со строго постоянной скоростью, как своего рода часы. И вот оказалось, что со дня синтеза самых долгоживущих элементов прошло около десяти миллиардов лет — химические элементы рождались вместе с горячей Вселенной. Значит, если не на Земле, то в космосе жизнь не могла когда-то не появиться хотя бы один раз впервые.

В 1910 году физик Поль Беккерель обратил внимание сторонников теории космических зародышей на

то, что споры-путешественницы должны выдерживать не только холод, не только вакуум, а еще и различные опасные излучения Солнца и других звезд. Он поставил опыты. Выяснилось, что самые живучие в вакууме и холоде споры не выдерживают, гибнут, если облучать их невидимыми волнами той части спектра радуги, что находится дальше фиолетового конца. Короткие ультрафиолетовые лучи убивали живые пылинки!

Нынешние сторонники гипотезы панспермии указывают, что зародыши живого могут переноситься и сохраняться в глубине космических обломков, под защитой от излучения. Американский астрофизик Ф. Хойл считает, что космическая жизнь может сохраняться, транспортироваться и даже частично развиваться на... кометах, этих поистине загадочных телах, играющих роль своеобразных посредников, связующего звена между миром планетной системы и большим космосом, межзвездными просторами. Подлетая к звезде, комета разогревается, из ее «головы» начинают с большой скоростью течь струи газа, в котором ученые действительно обнаруживают множество органических веществ. У кометы вырастает «хвост», которым она то и дело задевает атмосферы планет. Чуждая жизнь вторгается при этом на планеты, пускает «ростки» при благоприятных условиях, ростки новой жизни, а вернее, новые ростки жизни старой. Фред Хойл считает, что недаром древние так боялись комет, считая их предвестниками всяческих несчастий. В некоторых случаях после пролета кометы мимо Земли действительно могли начаться необычайно сильные эпидемии, вызванные какой-нибудь формой микроорганизмов, долго эволюционировавших в космосе, а потому незнакомых, особо опасных для иммунных, защитных систем земных существ. В метеоритах (а многие из них — это осколки комет) уже в эпоху электронных микроскопов находят окаменевшие структуры, похожие на самые первые живые организмы Земли типа бактерий. И их там много, это целые фоссилизированные, то есть окаменевшие, колонии, прикрытые общей оболочкой, как бы окаменевшей слизью. Мой старый знакомый, палеонтолог А.Ю. Розанов считает, что это цианобактерии (для палеоботаника они носят название сине-зеленых водорослей) — те самые, с которых началась жизнь на Земле, и даже называет их по их латинским наименованиям. Когда-то цианобактерии, сине-зеленые, были одной из первых «империй» в мире живого, главной формой жизни на Земле, это они начали более трех миллиардов лет назад с помощью фотосинтеза вырабатывать кислород. Сегодня их более высокоорганизованные потомки, настоящие водоросли и кораллы, вытеснили отовсюду, но не уничтожили совсем. Их покрытые слизью колонии можно встретить в необычных, редких условиях — например, в сверхсоленом озере Сиваш в Крыму или в горячих бассейнах в кальдере вулкана Узон.

В общем, и сейчас в вопросе о том, как в космосе распространена жизнь, есть три мнения. Первое: жизнь есть на многих планетах, у многих звезд, и всюду эта жизнь однотипна, ибо она из одного корня. Такого мнения, кроме Ф. Хойла, придерживается выдающийся английский физик Ф. Крик, разгадавший тайну строения молекулы ДНК, этой основы наследственности.

Другое мнение — жизнь распространена широко, но повсюду она зародилась самостоятельно. И сходство между биосферами разных обитаемых планет, если оно есть, может объясняться только общими закономерностями, управляющими самозарождением и развитием живых организмов.

И наконец, есть такая точка зрения: жизнь могла зародиться лишь однажды, настолько это маловероятное, почти чудесное событие. И наша Земля оказывается единственной, уникальной планетой в целой Вселенной! Тогда жизнь на Земле — это великое чудо, которому буквально нет цены и которое нужно обязательно сберечь. К такому мнению в последние годы жизни пришел, например, видный российский астрофизик И. С. Шкловский, раньше стоявший на второй точке зрения.

Да, по многим важным вопросам ученым не всегда удается прийти к единому мнению. Хорошо это или плохо? Наверное, хорошо. Даже «сражаясь», будучи совершенно несогласными в основных вещах, ученые все-таки делают одно общее дело — они познают для всего человечества мир. Они могут ошибаться, но сами их ошибки неизбежны, это ступени для вечного подъема к истине. Без них не было бы великих догадок и открытий. Для нас, потомков, эти ошибки очень важны, они учат нас жить и работать не меньше, чем высокие достижения. Они нас учат сомневаться, не быть слишком самоуверенными и самодовольными.

Об этом говорил еще Вильям Гарвей, умевший спорить, но умевший и уважать научного противника: «Ни хвалить, ни порицать: все трудились хорошо».

Мне кажется, правы те ученые, которые считают, что жизнь готова возникнуть и закономерно возникает везде, где для этого найдутся подходящие условия. Но не может не захватить и гипотеза Ф. Крика и Ф. Хойла о странствующих зародышах жизни, тем более что в последние годы астрономы открывают в межзвездных просторах огромные облака довольно сложных органических соединений, а в метеоритах уже почти всеми признаны и окаменевшие микроорганизмы, и сложные органические вещества, которые могут быть, конечно, и необходимой ступенькой, «полуфабрикатом» новой жизни, но и остатками прежней космической жизни. Да и мнение И. С. Шкловского об особой уникальности земной жизни, о том, что

каждое живое существо — это необычайное чудо, которое надо стараться сохранить, не может не найти в нас, жителях XXI века, обладающих экологическим сознанием, самого живого отклика.

ЖИЗНЬ НЕИЗБЕЖНА?

И вообще, споры в науке не решаются большинством голосов. Лет восемьдесят назад правило «живое из живого» было настолько всеми признано, что казалось несовместимым с самой мыслью о происхождении жизни из неживых веществ.

И тогда появился человек, который не побоялся усомниться в том, что казалось всем несомненным.

Правило «живое из живого» не могло иметь силы во времена, когда живого не было!

Тогда действовало другое правило, по которому в растворах древних океанов, морей и озер обязательно должны были накапливаться, взаимодействовать и все более усложняться разные соединения углерода — главного элемента жизни.

Рано или поздно среди этих соединений неизбежно должны были появиться и такие сложные, от коих до нынешних веществ, веществ, из которых мы «сделаны» и благодаря которым мы живы, останется только маленький шаг.

Учение о добиологической, химической эволюции в нашей стране развивал российский ученый Александр Иванович Опарин. Четверть века назад один из его последователей, тогдашний студент американец С. Миллер, провел знаменитый, хотя и необычайно простой опыт.

В запаянную колбу налита вода. Над водой не воздух, а несколько газов, которых много в нынешней атмосфере планеты Юпитер и, как думают некоторые геологи, много было в древней атмосфере Земли. Через стеклянные стенки пропущены проволочки, на которые подается электрический ток. Время от времени между проволочками проскакивает искра. Гроза!

Прямо на глазах вода в колбе желтела и бурела, наполняясь какими-то смолистыми веществами. Когда колбу вскрыли и сделали химический анализ, оказалось, что смолистые комочки — это сложные химические вещества, знакомые биохимикам как важные составные части тканей тел животных и растений, вещества, которые, как прежде думали, могут производиться только живой клеткой.

Открытие С. Миллера прогремело на весь биохимический мир, но вскоре, как это всегда в науке бывает, раздался голоса критиков. Некоторые говорили, что газы, взятые Миллером для опыта, не те. Что на Земле сначала были не водород, метан и аммиак, как на теперешнем Юпитере, а углекислый газ и азот, как и в атмосфере Венеры. Что гроз на молодой Земле могло и не быть и т. д.

Ученые снова взялись за опыты. И тут произошло самое удивительное. Газы в колбе заменили — и получили тот же результат, те же вещества, необходимые для химической эволюции. Вместо электрической искры попробовали другие источники энергии — ультрафиолетовые лучи, сильные удары (как будто падают метеориты), радиоактивность, просто нагревание. И каждый раз, то быстрее, то медленнее, в растворе появлялись все те же вещества. Получалось, что путей, ведущих к началу жизни, много. И что, как бы ни обернулись события на молодой Земле, химическая эволюция не могла не начаться. Как уже было сказано, может быть, она началась еще до рождения Земли — в космосе. Вещества из колбы Миллера находят в метеоритах и в межзвездных облаках... Как писал в начале XIX века дед великого Чарльза Дарвина поэт и ученый Эразм Дарвин:

*Так без отца и матери, одни
Возникли произвольно в эти дни
Живого праха первые комочки.*

В ОГНЕННОЙ КОЛЫБЕЛИ

...Вулкан ревел, но вдруг этот рев стал глуше. Из черной тучи-джинна, быстро закрывающей небо, пошел густой пепел. Туча сверкала молниями, треск разрядов пытался перекрыть рев вулкана. И тут в

раскаленном тумане появились люди. Они не бежали от тучи, они шли в самую мглу — в комбинезонах, шлемах и масках. Вот один из них присел и стал быстро черпать из воронки еще горячий пепел, ссыпая его в стеклянный цилиндр...

Евгений Константинович Мархинин, вулканолог, мой старый знакомый, отложил в сторону фотографии.

— Ну и ?.. — нетерпеливо спросил я.

— Там были все эти соединения. — Он кивнул головой на рисунок, рассказывающий об опытах Миллера. — Мы подсчитали: во время того извержения вулкана Тятя этих веществ было выброшено около ста тысяч тонн. И аминокислоты там тоже были.

Поясню: аминокислоты (а их находили и в метеоритах, и в колбах с «древней атмосферой Земли») — это те вещества, из которых, как цепь из звеньев, состоит молекула основного вещества жизни-белка.

Я опять посмотрел на фотографии извержения вулкана Тятя в 1973 году. Обугленные деревья, пустыня из пепла.

Все-таки удивительно это. Для раскрытия тайны происхождения жизни ученый исследует метеориты или, рискуя собственной жизнью, идет туда, где гибнет все живое. Но ведь это еще не жизнь была. Преджизнь, химическая эволюция... А каждый химик, даже любитель, знает: для сложных химических реакций нужна энергия. Нужны вещества — катализаторы, ускорители реакций. Всего этого в избытке при вулканическом извержении. Основа жизни — углерод. А соединений углерода много в вулканических газах.

Работа Мархинина как бы продолжала опыты американского ученого профессора Сиднея Фокса. Смесь искусственно созданных в колбе аминокислот Фокс запек, как пирог, в печи на поверхности... вулканической лавы. И аминокислоты начали соединяться между собой, образуя цепочки длинных молекул-полимеров, очень похожих на белки. Не так ли все это происходило на молодой Земле, покрытой рычащими, пылающими вулканами и окутанной вулканическими газами вместо воздуха? В огненной колыбели подрастало то, что в дальнейшем должно было стать жизнью.

А что дальше? Допустим, в какой-то момент на Земле среди вулканов появились первые океаны, вода. В одном из опытов профессор Фокс бросил янтарный комочек полученного им похожего на белок полимера в горячую воду, размешал палочкой, остудил, посмотрел в микроскоп. Он увидел, что искусственный «белок» собрался в капельки, внешне похожие на какие-то простые существа типа одноклеточных водорослей или бактерий. Они, конечно, не были живыми, эти капельки, но они вели себя иногда почти как живые. Если в воду капали кислотой или, наоборот, разбавляли ее, капельки реагировали — то росли, то съеживались. Как живые клетки, капельки окружали себя тонкой пленкой — двойной мембраной, через которую химические вещества идут уже не как попало, а с толком. Капелька удаляет одни вещества и собирает из раствора другие, нужные ей для роста, как бы «питаясь». Капельки могут соединяться или делиться — очень похоже на то, как это делают живые клетки. Это было еще не живое существо, а «предживое вещество», модель организма, но она хорошо работала, эта модель, и о многом рассказала. А получена была в химической лаборатории очень несложным способом!

Между прочим, когда профессор Фокс получил свой полимер, похожий на белок, он обнаружил, что бактерии — а их множество в каждом наперстке нынешнего воздуха Земли — не стали «раздумывать», белок это или не белок, а принялись деловито пожирать его, как настоящий. Так же отнеслись к этому веществу и лабораторные крысы. Это значит, что вещества преджизни, появляясь на свет сейчас, в наше время, долго не залежатся. Их моментально съедят.

На молодой же Земле эти вещества никто не ел — некому было, — они накапливались, и это накопление было совершенно необходимо для массы сложных химических реакций, ведущих к первой жизни. Но когда появилась жизнь, появились и прожорливые едоки — скопления веществ преджизни исчезли. Это значит, что жизнь, возникнув однажды, уже больше ни разу возникнуть не может: начинает действовать закон «живое из живого».

Впрочем, если правы те палеонтологи, которые настаивают, что нашли в метеоритах (возраст которых около 4,4 миллиарда лет) и в самых древних породах Земли одни и те же сине-зеленые водоросли, цианобактерии, то вопрос сразу оборачивается другой стороной. В горячих бассейнах на склонах вулканов цианобактерии — первые и часто единственные обитатели, там же они и окаменевают быстро, в течение часов, чтобы без изменений храниться миллиарды лет. Тогда исследования Фокса и Мархинина

рассказывают не о том, как зарождалась жизнь на Земле, а о том, как она зарождалась, делала первые шаги в космосе, на вулканах какой-то иной планеты, может быть, в иной, не Солнечной системе. Осколки той планеты и стали метеоритами. А те уже и разнесли зародыши жизни по Вселенной.

КЛЕТКА: НАДО ДЕЛИТЬСЯ

Вот дом, который построила ДНК... Да-да, представь себе дом. Ну... кирпичный дом. Это может быть сложный дом — с колоннами, выступами, карнизами, с красивыми стрельчатыми окнами. И вся эта сложность, все это многообразие составлено из простых глиняных кирпичей, только уложенных в разном порядке.

Иногда с кирпичом сравнивают живую клетку. Из клеток состоим мы с тобой, тела всех животных и растений. И под микроскопом при небольшом увеличении живая ткань немного напоминает кирпичную кладку — ряды клеток образуют и кожу, и стенки внутренних органов, и мышцы, и нервную ткань, и мозг.

Теперь представим себе, что в гости к строителям как-то раз является волшебник. И говорит: зачем вы ставите подъемные краны, строительные леса, кладете кирпич к кирпичу? Вот как надо! И волшебник берет кирпич, сажает его в землю, как семечко, поливает из волшебной своей лейки, и вот из кирпича-семечка растет дом. Этаж за этажом, сами собой из стенок вырастают лестничные клетки, лифтовые шахты, застекляются окна, появляется крыша, а на ней — телевизионная коллективная антенна.

Вот из таких чудо-кирпичей состоит и живое существо. Хороший ботаник-экспериментатор из любой клетки растения, а не только из семечка или почки сможет вырастить целое растение.

Выходит, в клетке есть что-то, какая-то запись, наследственный зачаток организма в целом. К тому же многие животные и растения Земли от рождения до смерти состоят из одной клетки. Похоже на то, что и наши с тобой далекие предки состояли всего из одной клетки, были одноклеточными организмами. Вот почему ученые, изучающие происхождение жизни, считают своей задачей проследить все этапы первичной химической эволюции до образования клетки. Когда появились клетки — это была уже не преджизнь, а жизнь, и она стала развиваться уже по иным законам.

Было время, когда ученые считали клетку чем-то очень простым — комочком слизи, и все. Сейчас известно, что клетка — это целый завод, вырабатывающий по определенной программе нужные вещества, нужные не только самой этой клетке, но и другим клеткам: между клетками-заводами есть разделение труда.

Обязанностей у клеток множество, но мы будем говорить только о двух: о производстве белков и об обязанности самовоспроизводства — клетки делятся. Это деление у одноклеточных существ оказывается и размножением. У многоклеточных животных и растений деление клеток обеспечивает рост отдельных тканей и органов всего организма в целом.

И вот в этих-то двух самых важных производственных клеточных процессах важнейшую роль, оказывается, играют белки и нуклеиновые кислоты.

Разных белков в организме множество, тысячи, это длиннющие нитевидные молекулы, и все они составлены из двадцати одних и тех же бусинок-аминокислот.

Отличаются молекулы разных белков друг от друга только одним — порядком следования бусинок-аминокислот в нитях белковых молекул. Этот порядок следования у настоящего белка определен очень строго, никаких перестановок не допускается, а если перестановка происходит, то получается уже другой белок, в данное время и в данном месте обычно ненужный или даже вредный. Жизнь клетки и организма в целом — это миллионы различных химических реакций, и одна из главных обязанностей белков — ускорение этих химических реакций. Каждый белок (белки-ускорители называют ферментами) в сотни тысяч раз ускоряет какую-то одну нужную в определенный момент и определенном месте реакцию, тут не должно быть никакой путаницы, и поэтому каждая белковая молекула должна быть построена так, как нужно, а не иначе, ведь именно от строения белка зависит, как отнесутся к нему молекулы веществ, вступающих в реакцию.

Вот почему белок — это не просто смесь аминокислот, а своего рода текст, в котором чаще всего нельзя изменить ни буквы.

Есть такая наследственная болезнь — серповидно-клеточная анемия. Это тяжелая болезнь, и она, наверное, давно бы исчезла с лица Земли вместе с теми, кто поражен ею (ведь люди с такой наследственностью раньше умирают и оставляют меньше потомков, чем здоровые), если бы не одно обстоятельство. Больные этой анемией никогда не болеют малярией. Возбудитель малярии питается красными кровяными шариками человека, а у больных анемией не шарики, а серпы, и возбудители их не усваивают! И вот в тропической Африке, где издавна свирепствовала малярия, болеть анемией оказалось в какой-то мере выгодно... Ученые только недавно обнаружили первопричину этой наследственной болезни. Оказалось, что в огромной молекуле белка, входящего в состав кровяных шариков, одна — всего одна! — из 600 бусинок-аминокислот заменена неправильной. Из-за этого вся клетка эритроцита уже «не держит» круглой формы, сворачивается в серп. И вот тяжелейшая болезнь. Трудно составить текст из 600 букв, в котором всего одна замененная буква так искажала бы весь смысл. В то же время этот пример показывает, что ошибки в строении больших биомолекул иногда оказываются хотя бы в каком-то отношении полезными. И это очень важно, без таких полезных ошибок не было бы эволюции!

ЗАКОДИРОВАННЫЕ ИНСТРУКЦИИ

А теперь представь себе, что ты взял наугад из наборной кассы наборщика массу букв и все их бросил на стол, и перед тобой совершенно случайно оказался... ну хотя бы заголовок этой книжки. Вероятность такого события совершенно ничтожна, с такой же вероятностью воздух из комнаты может весь выйти в форточку... И когда ты видишь перед собой связный текст, ты не будешь гадать. Ты твердо знаешь, что текст не сам составил из случайно брошенных литер, а его придумал и написал какой-то человек, выражая некую мысль. Значит, и белок в клетке строится не как попало, а его строит некто для какой-то цели по строго определенной программе. Этот «некто», а вернее, нечто, и есть нуклеиновая кислота, точнее, дезоксирибонуклеиновая кислота (ДНК), молекула которой содержит длинный «текст», целый том закодированных «инструкций», как строить тот или иной белок. Этот том секретных инструкций клетка получает по наследству от своих предков и передает его потомкам как семейную святыню, без которой сразу развалится вся семья... Синтез, строительство белковых молекул в клетке — вещь сложная, и не все там понятно по сей день. Но главное ученые все же смогли подсмотреть. Многие участки молекулярного кода ДНК (их называют генами) — это запись строения того или иного белка (зная, какая аминокислота в белке больного анемией заменена, можно найти ошибку в генной записи, из-за которой белок производится с «опечаткой», такие «опечатки» ученые называют мутациями).

Как переносится кодовая запись гена на белковую молекулу? Каждый ген, кусок двойной цепи ДНК, если цепь расплести, обретает «липкость», к нему в этот момент норовят присоединиться определенные молекулярные последовательности. Над генами происходит сборка... Чего, белка? Нет, своеобразной копии гена, но только не ДНК, а РНК — рибонуклеиновой кислоты. Эта молекула-посредник, информационная, она же матричная РНК, точное, но зеркальное отражение гена, появляется в клетке ненадолго. Появившись, она спешит в другое подразделение клеточного «завода» — рибосому. Рибосома состоит из двух полушарий, и конец РНК-депешки закладывается (как это происходит, рассказывать трудно и долго) в одно из этих полушарий — то, что поменьше, как конец магнитной ленты в головку магнитофона.

Теперь рибосома готова к работе. Вокруг нее поднимается большая суета. Молекулы так называемых транспортных РНК начинают «рыскать», каждая в поисках своей аминокислоты. «Рыскание» это происходит вблизи рибосомы, в прозрачной плазме клетки. В этом растворе, если клетка здорова, хорошо питается и дышит, должны быть все необходимые детали-молекулы.

Невероятно странно: молекула «ищет», блуждает, чтобы «найти». Молекула обладает поведением — как живое существо. Как будто у нее своя воля есть или ей кто приказал. Ученые все еще далеки оттого, чтобы понимать со всей отчетливостью, как движутся внутриклеточные частички — органеллы и молекулы внутри клеток, как там отдаются приказы, которые так точно и в срок исполняются. Ну а то, что в срок... Никто пока не может сказать, где в клетке спрятан этот будильник-хронометр, который приводит в действие все «винтики» (ох, до чего неточное слово, но как еще сказать?) этого удивительного «предприятия» — клетки, не видимой простым глазом.

И вот происходит она, встреча. Узнавание. Транспортная РНК находит свою аминокислоту. Она скрепляется с ней. Она тащит ее к рибосоме. А там уже стоит, ждет, изготовившись, лента информационной РНК.

Транспортные РНК разные, но есть в них и общее: каждая похожа на скрепку — на каждой есть особый изгиб, похожий на бородку ключа. А вот узор этой бородки, то есть последовательность химических

групп, у каждой транспортной РНК на этом изгибе свой. «Ключ» узнает свой «замок». Бородка «узнает» зеркально-подобный (комплементарный) «узор» на ленте информационной РНК и временно скрепляется с ним.

Как только первая аминокислота оказывается на месте, лента информационной РНК сдвигается «на одно деление» (на один ген), и к ней теперь может подойти следующая транспортная РНК с другой аминокислотой, которая укладывается рядышком с предыдущей. После того как аминокислоты соединились, транспортная РНК высвобождается для новой операции подтаскивания. Долго ли, коротко ли, но вот вся лента информационной РНК «проиграна» через рибосому, аминокислоты выстроены в нужном порядке и химически соединены, а все транспортные РНК отсоединены и отправлены восвояси (на эти соединения и отсоединения требуется энергия, и она все время подводится к месту сборки с помощью специальных молекул — носителей энергии). Есть молекула белка!

Ну что, все просто и ясно? Ты заметил, процесс столь сложен, что мне то и дело приходится употреблять такие слова, как будто в самом деле речь идет о настоящем заводе. Я не буду рассказывать еще подробней, про один процесс синтеза белка можно написать (и написаны) целые книги, здесь важно уяснить следующее: везде, где я говорил о переносе⁷, подтас-ке, узнавании, соединении, подводе энергии, дело не обходилось... без тех же белков-ферментов! «Завод» клетки в массе производит не только детали своего устройства, но и «работников»!

Долго рассказывать и о том, как происходит второй главнейший процесс живого — самовоспроизведение, деление клетки. Скажу только, что центральный момент этого процесса — это разделение, перепечатка «семейной реликвии-инструкции» — ДНК. Двойная спиральная молекула ДНК вдруг расплетается, и на каждой из двух образовавшихся нитей собирается по второй нити-спирали. И этот процесс самовоспроизведения ДНК не обходится без... опять-таки фермента-белка! Ну а этот белок тоже заранее изготавливается ДНК с помощью рибосом и РНК.

Вот как все сложно в живой клетке. Без ДНК не построишь белка (и РНК!), но без РНК тоже невозможно представить себе синтез белка. А без белка-фермента еще никто не смог добиться репликации (самовоспроизведения) ДНК. Без репликации же нет самовоспроизведения клеток, значит, нет размножения, наследования и роста, основных свойств живого мира. Когда-то это назвали центральной догмой молекулярной биологии и изобразили в виде формулы:

ДНК → РНК → белок

И вот как будто получается, что жизнь могла начаться только с того момента, когда на древней Земле, в «первичных бульонах», где-то в одном месте встретились все три вещества преджизни, пусть даже очень упрощенного устройства, но все три: ДНК, РНК, белок... Путь к каждому из этих веществ и так очень непрост, но чтобы они встретились в одном месте... Многие ученые снова стали подумывать о счастливейшей редкой случайности, вроде той, когда брошенные буквы сами сложились в осмысленные слова.

ПОИСКИ ВЫХОДА

В науке так бывает нередко: только начинает казаться, что на горизонте появился просвет, как новый факт или новое рассуждение показывает, что до решения путь еще не близкий. И если я скажу, что теперь ученые уже знают, что появилось раньше — ДНК, РНК или белок — и как могло произойти, что они встретились, да еще «узнали» друг друга (ведь в современной клетке далеко не каждая нуклеиновая кислота не с каждым белком может «найти общий язык»), то заранее попрошу тебя мне не верить. Эта трудная проблема еще далека от своего разрешения, может быть, она подождет, пока ты не станешь биохимиком и не займешься ею всерьез.

Но безвыходных положений не бывает, и сейчас, когда я пишу эти строки, в десятках лабораторий мира ученые нащупывают пути решения этой загадки. Что же именно делается?

Вспомним главные молекулярные превращения в клетке.

ДНК → ДНК (самовоспроизведение, репликация генной записи клетки).

ДНК → РНК (строительство самых простых, транспортных и более сложных информационных рибонуклеиновых кислот над особыми участками цепи ДНК — генами).

РНК → **белок** (строительство белковой цепи в рибосомах по записи информационной РНК и с помощью «услуг» транспортных РНК).

Кажется, все ясно, в основе всего — ДНК, от нее и следует вести родословную наших предков. Но ни одно из этих трех превращений не идет без белка-фермента, причем для каждого превращения нужен свой особый фермент, а для того — опять-таки особый ген в ДНК и вся процедура с двумя РНК. Заколдованный круг!

Некоторые российские и американские ученые сделали важное открытие, разрывающее этот порочный круг хотя бы в одном месте. Выяснилось, что отдельные гены, звенья ДНК и даже целые молекулы ДНК могут не только собирать (с помощью белка-фермента) РНК, но и, наоборот, собираться сами с помощью молекул РНК — правда, для этого нужен еще один особый фермент. Это потрясающее открытие, о котором мы поговорим в последней главе этой книги: творение новых генов на основе РНК могло бы объяснить некоторые загадочнейшие зигзаги эволюции растений и животных и поможет когда-нибудь человеку победить наследственные болезни и искусственно создать новые, нужные нам виды домашних животных и культурных растений. Здесь же для нас важно то, что неимоверно сложная спираль ДНК могла быть в принципе создана, если в первобытной луже встретились гораздо более простые РНК и белок.

Но может быть, для начала не нужна была и РНК? В нескольких лабораториях мира удалось собрать белковоподобную короткую молекулу антибиотика грамицидина без всяких рибосом и нуклеиновых кислот. Кодом-инструкцией для сборки цепочки грамицидина послужил другой белок. Все это означает, что первые шаги жизни были возможны и без чудесной встречи трех сложнейших молекул. Жизнь, может быть, началась на чисто белковой основе, и только позже ее усовершенствовало появление РНК, а еще позже создание настоящего гена.

СОЛЯРИС НА ЗЕМЛЕ

...Вот уже много лет кружит космический корабль землян вокруг планеты Солярис. Понять странные явления, происходящие на планете, пока не удастся. Гибнут люди, они не могут найти взаимопонимания с необычайным живым и разумным веществом—океаном планеты Солярис...

Читатель, наверное, узнал сюжет фантастического романа польского писателя Станислава Лема. И фильм такой есть. У нас на Земле все живые существа — отдельно. Тебя не перемешаешь со мной, люди — отдельно даже от обезьян, а от кур и подавно. А вот на Солярисе вся жизнь планеты вместе, она единая, все живое — это океан Солярис, и океан Солярис — это единственный живой организм планеты. А интересно, может такое в самом деле где-нибудь быть?

Всякая фантастика основана на каких-то реальных знаниях. Лем хорошо знал историю споров по поводу проблемы происхождения жизни. Действительно, жизнь без существ, без организмов, возможно, существовала когда-то и на нашей планете. Эта мысль принадлежит выдающемуся англичанину Дж. Берналу, борцу за мир и ученому. «Быть может, никакого точного начала жизни не было вообще, — писал он. — Могли установиться известные циклы, которые были самовоспроизводящимися, то есть молекула А производила молекулу В и так далее, до тех пор, пока молекула Z снова не производила молекулу А. На этой стадии всю среду можно было бы назвать живой в биохимическом смысле, хотя ни единого организма еще не существовало». В сказке Л. Кэрролла Чеширский кот умел исчезать так, чтобы от него оставалась улыбка. Жизнь без организмов, на первый взгляд, напоминает эту симпатичную, но фантастическую улыбку без кота. Но только на первый взгляд...

Да, поначалу жизнь могла быть и такой, и мы не сразу поняли бы, что это жизнь, случись нам где-нибудь в космосе с ней встретиться. Может быть, миллионы лет существовала на нашей планете — или на какой-то другой планете в космосе — такая жизнь, жизнь без организмов. Медленно, не спеша, вершились круги замкнутых химических реакций, множество таких кругов. Но эти по-разному идущие процессы шли не без помех, рядом происходили другие химические процессы, иногда разные реакции — начало одной и конец другой — объединялись и порождали новые вещества, например, такие, которые могли бы стать катализаторами, ускорителями всего этого «кипения» в целом. Об этом медленном усовершенствовании химической, доорганизменной жизни ученые говорят так: путь от химической к биологической эволюции шел через процессы самоупорядочения и самоорганизации.

БИОКРИСТАЛЛ

Зима. Мороз градусов 30. Окна в домах, автобусах и троллейбусах покрываются изнутри удивительным узором. Пятьдесят лет наблюдал морозные узоры мудрый профессор из Ульяновска А. А. Любищев. Он был биолог, а точнее — энтомолог, насекомых изучал, но находил время задумываться об интересных явлениях природы, даже если они на первый взгляд и не имели отношения к его основной профессии.

Вглядись и ты в эти узоры...

Вот тропический лес. Деревья с пышными кронами, похожие то на пальмы, то на папоротники. Лианы, переплетение ветвей. Можно разглядеть растения, очень похожие на настоящие, особенно древние, уже вымершие. Иногда в древних горных породах геологи натываются на отпечатки древних морозных узоров, и не всегда легко отличить эту подделку природы от настоящего отпечатка древнего растения.

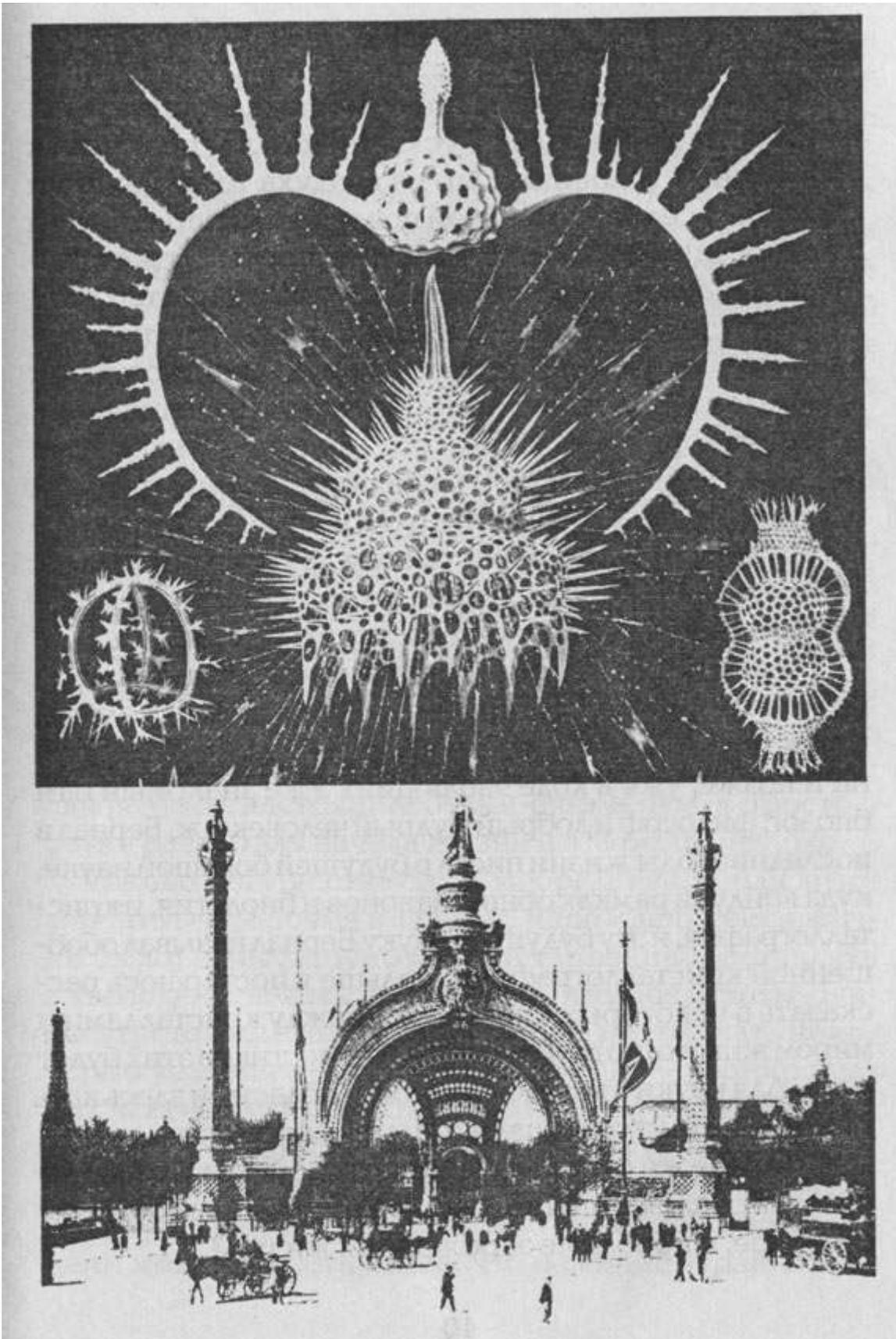


Рис. "Радиолярии"

Скелет одноклеточных радиолярий и многоклеточных губок образован «органоминеральным» кристаллическим веществом, состоящим на 20-30 процентов из органики, а в остальном из минерального кристалла. В индивидуальном развитии такого организма идет процесс минерализации — замещения

биомолекул минералом, причем законы кристаллографии и биохимии здесь тесно переплетены. Когда-то под высоким давлением в раскаленной сухой среде этот же процесс был обращен другую сторону. И когда поверхность планеты несколько остыла и появились лужи и моря, в них уже плавали и растворялись множество таких первых кентавров, полукристаллов-полуорганизмов — биокристаллов, готовых стать жизнью... И дальнейшая эволюция живого шла в огромной степени под действием законов кристаллографии. Жидкие кристаллы сегодня работают в дисплеях портативных компьютеров и телевизоров. Но оказывается, весь мир живого, задолго до рождения современных высоких технологий, природа построила по этим высоким технологиям...

Прямо или косвенно законы биокристаллографии управляют не только живой природой, но и высшим ее проявлением, эстетической сферой человеческой культуры. Внизу — проект входа на Всемирную выставку 1900 года. Архитектор Бине придумал его под впечатлением трудов дарвиниста Э. Геккеля с зарисовками скелетов радиолярий.

На самом же деле перед нами в тысяче обличий просто кристаллы воды.

Но кристаллизация на стекле (а также на тротуаре, на камнях) происходит в усложненных и не всегда в одинаковых условиях. Пар из воздуха то медленно и неохотно оседает на гладкой поверхности (при низкой влажности), то обильно. Часть льда порой тут же стремится испариться обратно — особенно если ветер дует. Люди на стекло дышат — опять же совсем другие условия кристаллизации. На стекле есть и выявляются при кристаллизации тончайшие царапинки от шлифовки. И все это порождает свои особенности рисунков Деда Мороза. Но при всем этом разнообразии в «стиле» всех морозных пейзажей есть нечто общее. Морозные узоры трудно спутать с нарастанием других кристаллов. «Стиль» Деда Мороза-художника определяется кристаллизационными свойствами молекул воды.

Ученые не раз задумывались, а не могли ли процессы кристаллизации, упорядоченного соединения молекул веществ сыграть свою очень важную роль в начале жизни и позже, уже в ходе эволюции? Уже знакомый нам биолог, философ и добрый мудрый человек Дж. Бернал в последние годы жизни писал о будущей большой науке, куда войдут в рамках общих законов и биология, и кристаллография, и эту будущую науку Бернал называл обобщенной кристаллографией. Дальше я постараюсь рассказать о некоторых «мостиках» между кристаллами и миром живого, но не удивляйся, что мостиков этих будет мало. Для науки это довольно новая область, и здесь когда-нибудь будут совершены большие открытия.

Но какое же отношение имеют свойства самоорганизации, заложенные в любом сложном химическом растворе, к проблеме зарождения жизни?

Давай порассуждаем. Допустим, никакой самоорганизации нет. И аминокислоты соединяются в том опыте профессора Сиднея Фокса — с выпеканием полимера на вулканической лаве — как попало. Оказывается, даже если у нас есть запас аминокислот размером с земной шар, при беспорядочном соединении бусинок-аминокислот у нас во всей массе получившихся молекул почти наверняка не будет ни одной пары одинаковых! Это будет смесь, лишенная свойств белка, ибо каждая молекула во всей этой массе будет обладать каким-то своим свойством, а соседняя — другим, противоположным, а смесь в целом будет пассивной — никакой! Да, у профессора Фокса не вышло настоящего моновещества, истинного белка. Но это была смесь нескольких белковоподобных веществ (а не бесконечного числа разных молекул). А потому эта смесь обладала важными свойствами белка. Ее могли есть микробы, и даже крысы не брезговали. А самое главное, полимер Фокса мог ускорять некоторые важные для жизни химические реакции. Не в сотни тысяч раз, как настоящие белки-ферменты, а просто в сотни раз, но для начала жизни и это было неплохо.

Таково могущество сил самоорганизации! Если не торопиться (а время в запасе у нарождающейся жизни было) и достаточно долго и терпеливо заставлять взаимодействовать между собой аминокислоты-буквы в густой смеси, да еще строго выдерживать некоторые условия — температуру, а еще — размер мелких частиц глины или пепла, видимо участвовавших когда-то в процессе самозарождения жизни, то буквы начнут сцепляться между собой не наобум, а «слогами» и даже «словами». Среди растущих обрывков цепи можно узнать такие, что и сейчас играют важную роль в настоящих фразах-белках, причем в самых важных. Получается, что нынешняя живая клетка, как хороший завод, быстро и умело выполняет работу, которая медленно и неуклюже, но сама налаживалась в теплых лужах еще безжизненной планеты. Фразы росли сами по себе и как бы «знали», какая буква должна быть следующей, и если эта «буква» оказывалась рядом, выбиралась она, а не любая другая «буква»-аминокислота. Естественный отбор на молекулярном

уровне!

Да, это похоже на рост кристалла в насыщенном растворе соли, на рост сверкающего дерева на замороженном стекле.

Лет тридцать назад геолог В.В. Чернобровкин обратил внимание своего коллеги кристаллографа Э.Я. Костецкого на одно удивительное совпадение. В двойной спиралевидной нити молекулы ДНК расстояние между ближайшими звеньями, основаниями — неважно, чья это ДНК, комара или человека, всегда одно и то же и измеряется оно в 3,4 ангстрема. В мире кристаллов эта величина известна. Это размер элементарной ячейки кристалла апатита, одного из распространеннейших в природе минералов. И еще одно совпадение: апатит — один из немногих природных минералов, участвующих, наряду с белками, в строительстве многих живых организмов. Есть он и в наших с тобой костях и зубах. На этих двух совпадениях ученые начали разрабатывать свой вариант теории зарождения жизни, первичного синтеза прамолекул ДНК на естественной кристаллической матрице.

Оказалось, у апатита есть своего рода сродство с еще тремя минералами, участвующими или участвовавшими на разных этапах эволюции в строительстве скелета множества организмов — кальцитом, арагонитом, кварцем. Ученые поставили множество экспериментов. При температуре примерно в двести градусов и при повышенном давлении — а в начальной истории Земли был этап именно с такими «венерианскими» условиями — в смеси этих кристаллов молекулы аммиака, метана, окиси углерода не просто спекались в белковоподобные вещества, но и, встраиваясь в кристаллическую структуру апатита и минералов-«родственников», как на первичной матрице, строили высокоупорядоченные молекулы, весьма похожие на ДНК. Вспомнили о биоминералогии. Среди ископаемых и ныне живущих одноклеточных организмов — водорослей, радиолярий, фораминифер и многоклеточных — например, губок — есть такие, чей скелет образован «органоминеральным» кристаллическим веществом, состоящим на 20—30 процентов из органики, а в остальном из кристалла. В индивидуальном развитии такого организма идет процесс минерализации — замещения биомолекул минералом, причем законы кристаллографии и биохимии здесь тесно переплетены. Сейчас уже ясно, что когда-то под высоким давлением в раскаленной сухой среде мог преобладать ЛТОТ же процесс, только обращенный в другую сторону. Да, да. Преджизнь на каком-то этапе прошла через горячую безводную фазу первичного синтеза... И когда поверхность планеты несколько остыла и появились лужи и моря, в них уже плавали и растворялись множество таких первых кентавров, полукристаллов-полуорганизмов — биокристаллов, готовых стать жизнью... Сегодня Э.Я. Костецкий настаивает на том, что и дальнейшая эволюция живого шла в огромной степени под действием законов кристаллографии. Сама клеточная плазма, по современным воззрениям, это так называемый жидкий кристалл. Жидкие кристаллы сегодня работают в дисплеях портативных компьютеров и телевизоров, там они заняты чисто технической порученной им работой. Но оказывается, весь мир живого, задолго до рождения современных высоких технологий, природа построила по этим высоким технологиям... И мы с тобой «сконструированы» тоже в известном смысле как кентавры из органической и неорганической материи — биокристаллы.

Итак, законы самоорганизации так или иначе направили — не могли не направить — первоначальное развитие жизни... чуть было не написал — в нужную сторону. Нет, если бы я так написал, это было бы ошибкой. Кому нужную?

Конечно, мы с тобой здесь болельщики, мы — заинтересованная сторона, нам хочется, чтобы зарождающаяся жизнь выстояла и достигла уровня человека, но ведь нас-то тогда еще не было. Законы самоорганизации направили эволюцию неживого вещества (если это впервые произошло не на Земле, то должно было происходить где-то в космосе) ко все более сложным формам. Это усложнение не могло не привести в конце концов, постепенно, через ряд промежуточных этапов, к уровню живого. Гигантские молекулы, потом коллективы молекул, воспроизводящих себя в «живой луже», затем обособление самых маленьких из таких коллективов под общей оболочкой в капельках-организмах. И как сказал один ученый: «Едва родившись, жизнь уже кишит».

Возникли первые предклетки, полуорганизмы, неклеточные еще формы жизни, может быть, похожие на нынешние вирусы и фаги (способные, кстати, переживать неблагоприятные времена в виде кристаллов).

Когда-то знаменитый ученик Дарвина Эрнст Геккель, обращаясь к химикам, уже раскрывшим аминокислотный состав белка и научившимся составлять первые белковоподобные цепи, в восторге воскликнул:

— Если вы создадите правильный белок, он закопошится!

С тех пор прошло больше ста лет. Настоящий, правильный белок химическим путем все еще не создан. Но белки хорошо исследованы, и уже ясно, что они не «закопшатся» сами по себе, вне сложной системы других больших молекул.

Для современной науки характерен подход к решению некоторых задач, именуемых «методом черного ящика». Мы знаем, что «на выходе» — жизнь во всем ее многообразии. Знаем, что «на входе» — обычные химические вещества, климатические условия на поверхности Земли. Требуется смоделировать процесс, невидимо проходивший между «входом» и выходом», в «черном ящике» давным-давно... Отдельные отрезки этого процесса уже смоделированы. Но настоящей победой будет только искусственно от начала до конца синтезированное живое существо...

Впрочем, полной уверенности, что лабораторный модельный эксперимент действительно повторяет нечто происходившее на Земле миллиарды лет назад, наверное, и тогда не будет.

ГЛАВА ВТОРАЯ

которая рассказывает о перекрестках эволюции, о Колумбе биологии, о приключениях молекул и клеток, а также о трех дорогах в прошлое

НАПРАВО ПОЙДЕШЬ, НАЛЕВО ПОЙДЕШЬ...

Не нужно думать, что в один прекрасный день закончилась на Земле химическая эволюция молекул и началась биологическая эволюция организмов. Переход был достаточно плавным — черты химической эволюции, воспоминание о прошлом, ученые замечают и в современных высокоразвитых организмах. И все-таки, хотя это случилось и не в один день, переход от веществ к существам был достаточно «революционным» событием. Появились рождение и смерть — понятия бессмысленные для «солярисов». Появились поведение, конкуренция, отбор наиболее приспособленных. Началась настоящая, дарвиновская эволюция живых существ...

Почти полтора века назад плыл по морям и океанам земного шара английский парусник «Бигль» под командой бравого капитана, аристократа и джентльмена до мозга костей Фицроя. С плаванием «Бигля» не связано больших географических открытий — времена Кука, Лаперуза, Беллинсгаузена и Крузенштерна остались позади. Но для истории науки это плавание было более важным, чем для всеобщей истории открытие Америки Колумбом.

Новым Колумбом был никому пока не известный молодой натуралист, застенчивый и малоразговорчивый, согласившийся на пятилетнюю нелегкую службу без всякого денежного вознаграждения. В результате этого путешествия позже — через четверть века — появилась знаменитая книга «Происхождение видов». Молодым мореплавателем-натуралистом на корабле Фицроя и автором книги был Чарльз Дарвин.

Отправляясь в путешествие, Дарвин еще не был, как он сам писал, настоящим биологом — его биофаком стало само путешествие. Но он уже был неплохим геологом. Глаз геолога ставил его перед удивительными фактами, требовавшими объяснения.

Например, Дарвин увидел, как молоды геологически Галапагосские острова. Значит, рассудил он, те виды животных, которые встречаются только на этих островах, тоже не могут быть слишком древними. И все-таки они есть, они резко отличаются от своих родичей на Американском материке, от которых явно произошли. Причем все эти отличия таковы, как будто животные активно и быстро менялись, приспособляясь к особенностям жизни на скалистых, обдуваемых сильными ветрами вулканических островках. Дарвину стало ясно, что организмы меняются, эволюционируют под влиянием среды. Но как именно это происходит?

Вернувшись в Англию, он стал изучать историю племенного животноводства. И понял, что быстрые изменения, поразительные свойства новых пород домашних животных — результат прежде всего направленного, сознательного отбора. Хозяин-селекционер оставляет на племя, дает размножаться только таким голубям, ягнтям, жеребяткам, которые ближе всего по своим признакам подходят к поставленной человеком цели. Не может ли что-то подобное действовать и в дикой природе, в естественных условиях? — задумался Дарвин. Но что за цель может быть у природы? А задумавшись, понял, что нечто подобное такой цели есть у каждого живого существа. Каждое существо так или иначе стремится выжить и оставить потомство.

На пути к этой «цели» каждое растение, микроорганизм, животное преодолевает множество препятствий, борется с голодом, климатом, болезнями, хищниками и конкурентами — претендентами на тот же корм. Тот, кто в этой борьбе оказывается слабей, вымирает или не оставляет потомства. А поскольку нет двух абсолютно одинаковых организмов — так уж устроила природа, и это называется изменчивостью, — то всегда по какому-то признаку одно существо оказывается чуть приспособленнее другого. Только ничтожная часть потомства любого дикого растения или животного выживает. И это отборная, то есть наиболее приспособленная, часть.

Взрыв жизни, адаптивная радиация... Так, схематично, выглядело заполнение всевозможных «экологических ниш» на нашей планете маленькими изначально невзрачными насекомоядными млекопитающими после гибели в конце мелового периода господствовавших на суше, а в воздухе и на море, динозавров. «Чем более потомки какого-нибудь вида будут различаться между собой... тем легче им будет завладеть более многочисленными и более разнообразными местами в «хозяйстве», — писал Дарвин.

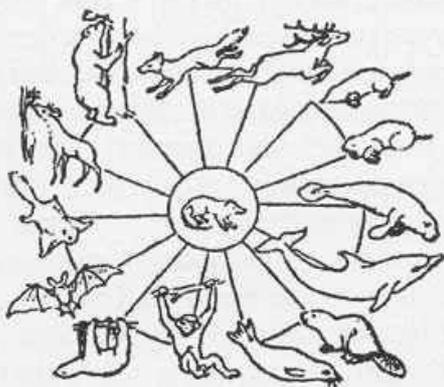


Рис. Адаптивная радиация

Казалось бы, все ясно, теория естественного отбора готова, можно печатать. Но книга о теории появилась только через двадцать лет.

За это время Дарвин стал знаменитым ученым, он написал и опубликовал много важных трудов, но постоянно думал о своей

спрятанной недоделанной работе. И о загадке, перед которой остановился.

Однажды Дарвин ехал в карете из Лондона в Даун, в свой сельский дом, куда он переехал вместе с семьей вскоре после возвращения из плавания. Как обычно в то время, он думал о своей новой теории и о трудностях, с которыми ему пришлось столкнуться. Он смотрел на лошадей своей упряжки, они были разных пород, и ему пришло в голову, что вот две лошади — одна сильная и грузная, другая легка в рыси. Они, как и все породы, выведенные человеком, предназначены и приспособлены для каких-то определенных задач. Куда же девается прототип, та универсальная лошадь, которую человек взял из природы для приручения? Дарвин почувствовал, что и здесь аналогия между искусственным и естественным отбором поможет ему в решении задачи. Ведь пока самым неясным для него в истории живого мира было то, что как только появляются два вида животных или растений, они начинают очень быстро оба отклоняться от первоначального вида-предка, причем как бы в разные стороны. Расхождение признаков...

«Допустим, в очень ранний период истории, — думал Дарвин, глядя на лошадей, — люди одного племени или в известной местности нуждались в лошадях, быстрых на бегу, а другие или в другом месте — в более сильных и грузных лошадях. Первоначальное различие могло быть очень мало, но с течением времени, вследствие постоянного отбора, с одной стороны, наиболее быстрых, а с другой — наиболее сильных животных, различие могло возрасти и дать начало двум подпородам. Наконец, по истечении столетий эти подпороды превратились в две хорошо установившиеся и совершенно отличные одна от другой породы. Лошади с промежуточными признаками, то есть первоначального типа, были худшими как для первого, так и для второго племени. Их все меньше оставляли на племя — и вот они исчезли».

Может ли что-нибудь подобное происходить в природе? Может, решил Дарвин. Как только появляется разновидность животного или растения, хорошо приспособленная к обитанию в какой-нибудь части той страны, — где до этого везде обитал вид-предок, эта разновидность сразу вытесняет своих родичей именно с этих мест. Предковый вид отступает перед своим более приспособленным потомком, отступает в те места, где он может жить и развиваться по-прежнему, а выделившаяся специализированная разновидность не только не имеет преимуществ, но даже и проигрывает из-за своей суженной специализации. Но, оказавшись в стесненных условиях, предковая разновидность либо вымирает, либо тоже начинает меняться, приспособляясь. Образуется другой вид-потомок. Два вида, происходящие от одного предка, как бы оказываются на разных полюсах. «Чем более потомки какого-нибудь вида будут различаться между собой... тем легче им будет завладеть более многочисленными и более разнообразными местами в «хозяйстве» природы, а следовательно, тем легче они будут размножаться», — писал Дарвин позднее.

Ну а сама неизменная предковая форма? Она через какое-то время постепенно сократится в численности, теснимая своими более приспособленными родичами, и, если не найдет укромного местечка, где она могла бы жить по-старому, не развиваясь, вымрет либо «растворится» путем скрещивания с той или другой формой-потомком. В тех же редких случаях, когда ей удастся найти свой особый изолированный мир, предковая форма уцелеет, превратившись в живое ископаемое. В глубине Индийского океана вблизи Коморских островов уцелел один из видов кистеперой рыбы, нашей прабабушки, вышедшей когда-то из воды на сушу и давшей начало земноводным, пресмыкающимся, млекопитающим и птицам.

Остался на одном из островов, где его никто не тревожил, один из древних «завров» — гаттерия, современница динозавров. Целый материк сохранил для нас мир животных, как будто явившихся из сказок, — мир сумчатых млекопитающих. Этот материк — Австралия. В Австралии сохранилось даже такое чудо, как полупресмыкающиеся-полумлекопитающие ехидна и утконос. Но все это исключения из правила. А правило заключается в том, что два недавно разошедшихся от общего родословного древа побега стремятся неограниченно разойтись друг от друга в признаках, то есть оказаться разными видами, затем родами, семействами, отрядами итак далее. Предковая же форма обычно обречена на безвозвратное исчезновение.

Сформулировав свое правило расхождения признаков, Дарвин понял, что новая теория, в общем, готова. И особенно ясно он это понял, когда в 1857 году получил с далекой Малайи письмо от своего молодого талантливого коллеги, путешественника Уоллеса. Уоллес сообщал Дарвину, что закончил работу о естественном отборе, и просил дать о ней заключение. Название работы сильно взволновало Дарвина. Статья Уоллеса называлась: «О стремлении разновидностей к неограниченному отклонению от первоначального типа».

Уоллес был благородный человек и, когда узнал о том, как глубоко обоснована у Дарвина эта главная работа его жизни, не только не попытался спорить и ссориться из-за того, «кто первый сказал» (так, к сожалению, иногда бывает между учеными), но, отдав свою жизнь пропаганде и развитию нового учения, сам всегда называл его дарвинизмом.

Дарвину, Уоллесу и дарвинистам не пришлось очень жестоко бороться за самую идею эволюции, превращения видов, за идею естественного отбора. Если не считать первоначальной очень резкой реакции некоторых деятелей церкви и религиозно настроенных ученых, в целом и общественность, и ученые Европы и Америки до конца столетия уверовали в новую теорию.

Но как только ученые принимали теорию естественного отбора, они начинали к ней присматриваться и находить недостатки и неясности, которых было немало.

Сомнение 1. УПРЯМЫЕ ХВОСТЫ

Простой пример. Всегда было известно, что часть особенностей того или другого существа появляется в результате наследственности, а часть — приобретена самим организмом в течение его жизни. Например, форма кроны у деревьев зависит от направления ветров в местности, пушистость меха у собаки или лисы частично зависит от того, на севере или на юге животное обитает. Два брата-близнеца начнут сильно отличаться друг от друга, если один занимается, ну, например, гиревым спортом, а другой бегом. Вот эти вторые, приобретенные, признаки — наследуются они или нет? Читающему эти строки известно из школьного курса биологии, что нет, не наследуются. А вот пишущий учил в свое время по школьному учебнику, что иногда вроде и наследуются. Называлось это почему-то мичуринским учением (сам садовод И.В. Мичурин ничего о таком учении при своей жизни не слыхивал), а несогласных выгоняли с работы и даже сажали в тюрьму.

В работах самого Дарвина не было ясного ответа на этот вопрос. Дарвину больше нравилась идея случайных, неопределенных отклонений в наследуемых признаках живых существ, с остальным вполне мог справиться естественный отбор, отличая, выделяя приспособленных, подавляя, отсекая неприспособленных. И все же Дарвин, говоря на эту тему, каждый раз оставлял какое-то место для сомнительного наследования приобретенных признаков. Почему?

Не было настоящей теории наследственности. Сам Дарвин думал, что каждый орган тела взрослого животного или растения вырабатывает что-то вроде полномочного «представителя» — геммулу. Эти геммулы со всего тела током крови или соков собираются в органах размножения. Но если бы наследственность передавалась так, приобретенные признаки наследовались бы! Ведь из отрубленного хвоста не могла прийти геммула «хвостатости», и, значит, щенок бесхвостой собаки должен быть обязательно бесхвостым или хотя бы с укороченным хвостом. Самое удивительное, в научной литературе того времени появлялись тысячи описаний опытов, как будто подтверждающих такую точку зрения, — описывались и собаки и короткохвостые щенки. По-видимому, те опыты были «нечистыми» — кто-то из предков короткохвостого щенка был из короткохвостой породы, а это совсем другое дело!

Выдающийся немецкий биолог Август Вейсман взялся разрубить запутанный узел наследования приобретенных признаков самым прямым и беспощадным образом. Он рубил... хвосты мышей — выращивал их поколение за поколением, и каждое поколение тщательно обмерялось. Результаты этого опыта с точными измерениями были опубликованы. В двадцати двух поколениях мышей не обнаружилось никакого уменьшения длины хвоста. Хвосты у мышей упрямо вырастали до нормы. Приобретенные признаки не наследовались!

Опыты Вейсмана подтвердили его теорию о том, что передачу наследственности осуществляют специальные частицы, «атомы наследственности», хранящие и передающие память поколений. И все-таки до недавнего времени, пока не стала совершенно ясной структура единиц наследственности — генов, снова и снова некоторые ученые пытались вернуться к идее наследования приобретенных признаков...

Сомнение 2. КОШМАР ДЖЕНКИНА

Дарвина терзало еще одно сомнение. Одна из главных идей «Происхождения видов» — малость, незаметность тех отклонений, которые со временем, накапливаясь, дают большие изменения, порождают виды. Но такие малые, незаметные отклонения все время должны находиться под угрозой исчезновения!

Достаточно, рассуждал об этом современник Дарвина инженер Дженкин, существу с едва появившимся отклонением в одну сторону, скреститься с существом без отклонения или с отклонением в другую сторону, как в потомстве едва наметившийся новый признак исчезнет или почти исчезнет. И все насмарку!

Выход из этого «кошмара» давали только труды современника Дарвина Г. Менделя (но это поняли много позже, сначала менделизм был чуть ли не синонимом антидарвинизма), открывшего, что наследуются не доли, не частицы признаков, а сами признаки, а вернее, как опять же истолковали это позднее, гены, кодирующие эти признаки. Раз появившись, новый признак обязательно передается целиком потомству либо в явном, либо в скрытом виде — никуда он исчезнуть не может. Правда, и сейчас неясно, сколько времени нужно, чтобы новый ген стал новым признаком вида. Но это уже не кошмар, а обычный вопрос, требующий наблюдения и раздумий.

Сомнение 3. ПРИЗРАК КЕНТАВРА

Много сомнений и споров вызвала «догма» теории естественного отбора о расхождении свойств и признаков. Основываясь на этой догме, было очень удобно строить родословное древо всего живого. Каждому классу, роду, виду — своя ветка определенного ранга. Считалось, что идеальное эволюционное древо должно соответствовать систематике всех организмов, в каждой развилке должен сидеть предок вида, рода, класса. А если не сидит, то, значит, не найден еще, но обязательно найдется, только надо поискать. Эта система действительно помогала и помогает работать и находить и прогнозировать. Но не всегда...

А может ли быть обратное — схождение признаков? Ведь и дерево можно привить чужим черенком... Ведь всякая новая жизнь на Земле, как правило, зарождается в результате объединения наследственных зачатков существ двух полов. Ученые припоминали случаи создания «кентавров» — удивительных скрещиваний далеких друг от друга разновидностей, видов и даже родов.

Замечательный российский ученый Г. Д. Карпеченко уже в 20-х годах скрестил редьку и капусту — растения из разных родов. Получился капустно-редечный кентавр, да не просто какой-то там урод, а новое растение, которое стало размножаться как новый вид. Может быть, и в природе этот «химерный» путь много раз был пройден: соединяются два непохожих существа, вот и получаются, разом, без долгой эволюции, новые виды?

В каждом биологе сидит систематик, и он восставал при таких предположениях — как тогда строить стройное эволюционно-систематическое древо? Но природа не обязана подчиняться соображениям удобства или неудобства ее исследователей. Еще Дарвин, отвечая на подобный вопрос, указывал, что чаще всего химеры, кентавры, потомство от таких скрещиваний, гибриды бесплодны. Он не знал, почему изредка из этого правила бывали все-таки исключения (гибрид Карпеченко, например, был полиплоидом, довольно

редким — хотя и не единственным — случаем сложения наследственности, хромосомных наборов редьки и капусты).

Но дело не только в гибридизации. Если просто вспомнить всю историю живого мира даже в самых общих чертах, ясно, что вообще усложнение, соединение не могли не сопровождать эволюцию на всех этапах. Вначале в лужах или океанах с «бульоном» были сравнительно простые молекулы. С ними происходила химическая эволюция — молекулы усложнялись, становились все больше, появились полукристаллы-полуорганизмы, похожие на нынешние вирусы и фаги.

Предорганизмы и биомолекулы становились все сложнее, они объединялись под общей оболочкой, появились первые по-настоящему живые организмы, то есть проходящие весь путь от рождения до размножения и смерти безъядерные клетки — бактерии, археобактерии и какие-то еще, не дошедшие до наших дней и еще не опознанные в древних микроскопических окаменелых остатках.

В клетках нынешних животных и растений «обитают» маленькие органоиды (органеллы) — митохондрии, хлоропласты и т.д. Они двигаются в клетке, они во многом автономны. Какие-то органеллы могут даже самостоятельно размножаться. Мы уже говорили о том, что наши клетки — это тоже кентавры, которые произошли от соединения под одной оболочкой самых разных древних существ. К ним стоит присмотреться, к этим знавшим славное прошлое частицам клеток... Ядро (а в ядре — ядрышко), митохондрия — энергетическая подстанция животной клетки (а растительной — хлоропласт, в прошлом — сине-зеленая водоросль), центриоль, рибосомы. Впрочем, если познакомиться с ними поближе, оказывается, что наши предки внутри нас не все забыли из того, чему научились от матери-природы миллиарды лет назад, когда (как думают сейчас уже почти все специалисты) они были самостоятельными...

Ну а что такое ты, читатель? Или я? Или лягушка, или елка? Это соединившиеся вместе отдельные клетки. Клетки, научившиеся жить вместе, разделив обязанности.

Итак, в ходе эволюции существа становились все более сложными. Конечно, это усложнение нельзя сводить только к соединению более простых частей. Но все-таки соединение какую-то роль не могло не играть...

Итак, природа знает сведение воедино, соединение свойств разных организмов, она даже не могла обойтись без него в какие-то эпохи. Дерево не идеально. Да и не противоречит ли такое рассуждение правилу расхождения, выведенному дарвинизмом и очень плодотворному для многих поколений биологов?

ЭВОЛЮЦИЯ ЭВОЛЮЦИИ

В науке часто бывает так: спорят ученые до хрипоты, спорят всю жизнь, а правы-то оба, как потом выясняется.

Может быть, именно так обстоит дело с расхождением и сближением в мире живого. Может быть, обе точки зрения верны. Оба процесса — объединение и расхождение свойств разных существ — действуют в эволюции. И всегда действовали. Только в первые сотни миллионов лет эволюции объединение играло более заметную роль. Дерево разветвляется не только ввысь, в будущее, но и вниз, в прошлое. Ниже уровня земли — мощная система корней...

Но со временем организмов становилось все больше, они стали сильно отличаться друг от друга, научились все надежнее обособляться, защищать свое потомство от всяких неожиданных смещений, и все большую власть над ними приобретало правило дивергенции, которое и господствует в современном живом мире (и тут прав был Дарвин, считавший, что скрещивание, сближение видов или родов в современном мире есть и играет какую-то эволюционную роль, но ничтожную, несравнимую со всеобщим преобладанием расходящихся путей). Получается, что эволюция была всегда, но когда-то в ней главную роль играли иные законы, нежели сегодня. Эволюция сама развивалась, эволюционировала. Здесь мы подходим к другому очень древнему спору ученых — это спор о принципе актуализма.

Как-то мне пришлось быть на одном совещании геологов, где снова, как и сотню лет назад, разгорелся этот спор — спор о том, позволяют ли наши знания о нынешних вулканических, горообразовательных процессах, о том, как отлагаются сейчас илы на дне океана или галька в горных ущельях, производить уверенные реконструкции далекого прошлого. (Эта уверенность нужна геологам, чтобы улучшить методы разведки месторождений полезных ископаемых, ведь большинство таких месторождений возникло в очень давние времена.) Скорее всего, и здесь правы обе спорящие стороны. Наиболее общие законы действовали на Земле во все времена, и это позволяет нам вообще сметь рассуждать о временах миллиардолетней давности, но характер действия этих законов, их относительное значение менялись с ходом геологической истории. Происходила эволюция эволюции.

Что же касается древа эволюции, схождения и расхождения признаков, то, может быть, кроме них, в ходе эволюции действуют иногда совсем иные силы, вообще выходящие за рамки давнего спора. Но об этом мы поговорим в конце книги...

ИМПЕРИИ ЖИВОГО

Сам момент, когда из одного эволюционного ствола вырастают две ветви, не очень ясен. Именно эти разветвления по каким-то не совсем ясным причинам палеонтологи не могут найти в окаменелостях, напластованиях прошлых эпох — это называется неполнотой геологической летописи. Разветвления — очень важный момент теории эволюции. Когда произошла первая большая дивергенция?

Вот в «Солярисе» появились первые едоки-организмы — и сразу же стали уничтожать «питательный бульон», вещества преджизни, из которых могли возникнуть первые организмы. Они уничтожали «промежуточный тип», из которого могли возникнуть организмы еще раз! Именно поэтому жизнь могла зародиться на Земле только раз. И зародилась она именно с едоков, гетеротрофов, неспособных еще к фотосинтезу, самостоятельному извлечению углерода из тогдашней атмосферы.

И даже если кое-где и удавалось сохранившимся веществам преджизни породить вновь примитивные существа, эти существа опять-таки были обречены на уничтожение. Ведь жизнь на Земле ушла вперед, и хорошо развившиеся, приспособленные организмы были несравненно сильнее новичков.

Так произошла первая большая дивергенция. На живое и неживое — без промежуточного «полуживого» связующего звена между ними (нынешние вирусы и фаги могут служить только приблизительной моделью тех первичных полуорганизмов-

полукристаллов, ведь они сейчас способны лишь к паразитическому существованию в организмах настоящих).

Дальше были события в мире первых клеток-прокариот. Это были «надцарства», или «империи» бактерий и археобактерий (архей). В эволюции эти «империи» возникли путем еще одной дивергенции (кто был раньше, пока трудно сказать) около 4 миллиардов лет назад. Не исключено, что были и другие дивергенции, другие «империи», не дожившие в самостоятельном виде до наших дней. Архей и бактерий не очень-то различали раньше, между ними много общего, но, похоже, именно из представителей этих и, возможно, других «империй» при их объединении под общей оболочкой получилось третье из нынешних надцарств, ядерные клетки-кентавры — эукариоты. Возможно, общая оболочка новорожденной клетки, которая не похожа на белковые оболочки вирусов и бактерий, как раз и принадлежала еще одному из не дошедших до нас в самостоятельном виде существ...

Среди собственно бактерий нашлись такие, что очень рано научились фотосинтезу. Цианобактерии, то есть сине-зеленые водоросли, живут на Земле без особых изменений по сей день, но в те времена и они поучаствовали в первой большой дивергенции, встроившись в качестве органелл-хлоропластов в клетки эукариот-водорослей (от которых произошли в дальнейшем все зеленые растения).

Три надцарства (эукариоты, прокариоты-археи и прокариоты-бактерии) сегодня считаются главными в живом мире, фундаментом всей систематики и одновременно эволюции.

В нашей «империи» эукариот царства животных, растений и (отдельно) грибов в эволюции располагаются рангом пониже.

ПЕРВАЯ РАЗДАЧА СКЕЛЕТОВ

До сих пор мы рассуждали о временах, от которых в геологических пластах, этой каменной летописи Земли, не осталось почти ничего. А то, что осталось — какие-то крошечные микроскопические окаменевшие палочки, шарики и нити в древних горных породах Гренландии, Австралии, Канады, Африки, Карелии, — это все очень трудно рассматривать, нет даже полной уверенности, что это живые организмы, а не какие-то минеральные причуды природы. Если же это все-таки остатки живых существ, то это очень интересно — ведь такие же палочки, шарики и нити ученые часто находят в веществе каменных метеоритов, падающих на Землю из межпланетного пространства.

Если эти шарики и нити были живыми существами, то между ними должны попадаться и те, которые мы могли бы считать нашими предками, если бы у нас было хоть малейшее понятие, чем наши предки-шарики (нити — это все-таки, видимо, древние водоросли) отличались от других шариков-микроорганизмов, которые нашими предками не являются. Бесспорно только одно — они, наши предки, были вот такими крошечными бактериоподобными организмами, и даже трудно сказать, были ли эти крошки ближе к животным или растениям (так же, как это трудно сказать про современных микробов).

Семь восьмых истории жизни на Земле ученые называют эрой скрытой жизни — криптозоом. Почти все нерастительные организмы Земли все это время развивались и эволюционировали, будучи мягкими, бесскелетными. Погибая, организмы разлагались без следа, не оставляли окаменелостей. Лишь очень редко эти мягкие медузоподобные существа — все они были жителями древних морей, озер и рек — так захоронялись в иле, что разлагались очень медленно и их мягкие тела замещались твердым кремневым

веществом. Несколько десятков слепков таких древних животных палеонтологи — специалисты в изучении вымерших животных и растений — обнаружили в древних отложениях Австралии и некоторых других областей Земли. Но и среди этих редких слепков трудно найти наших предков, может быть, их даже и не удастся никогда найти и узнать.

И все-таки не вся жизнь в докембрии была скрытой, бесскелетной. И тогда были существа, которые научились выделять известь и строить коллективные скелеты, похожие на нынешние постройки коралловых полипов. Эти коллективные скелеты составляют красивейший мрамор, давно получивший название «коврового камня» или, по-гречески, строматолита за свой необычайно ритмичный, похожий на орнамент ковровый рисунок.

Строматолитами почти всю свою научную жизнь занимался замечательный геолог и писатель, необычайно одаренный, тонкий и остроумный человек И.Н. Крылов. Ему я, пишущий эти строки, обязан многим, в том числе, отчасти, и замыслом этой книги.

Что же это были за существа, первые изобретатели скелета? Гадать ученым не пришлось: эти организмы, одноклеточные и нитчатые сине-зеленые водоросли, живут на Земле и по сей день, ими в жаркое лето зацветает вода в прудах и даже огромных водохранилищах, огорчая рыбохозяйственников. Есть в продуктах выделения этих самых древних из ныне живущих организмов вещества, для современной высокоорганизованной жизни неприятные и попросту ядовитые. Попадаются и сейчас на нашей планете места, соленые озера и опресненные воды океана в устьях некоторых рек, где сине-зеленые по старой привычке строят свои рифы, конкурируя с кораллами — любителями воды чистой и соленой. Первыми сине-зеленые водоросли заводятся и в почти кипящих кислых бассейнах на склонах и в кальдерах вулканов.

Ты спросишь, какое отношение имеют эти единственные, хорошо изученные жители криптозооя к нашим предкам — ведь они же растения? Суди сам.

Сине-зеленые, наряду с некоторыми бактериями (впрочем, перегородки между ними нет, сине-зеленые имеют второе название — цианобактерии) — из числа самых первых автотрофов, то есть это существа, научившиеся использовать солнечное излучение для фотосинтеза, добывания углерода из углекислого газа и воды. Сине-зеленые автотрофы стали новым источником пищи для гетеротрофов — живых существ, не умеющих проводить фотосинтез. Мы с тобой, как и все животные (и еще грибы), — гетеротрофы. Начав извлекать углерод, сине-зеленые наладили на нашей планете производство кислорода. Огромные пространства земной поверхности стали окисляться, появилась возможность для экономичного и высокоэффективного кислородного дыхания, и это дало колоссальный толчок всей эволюции — подавляющее большинство нынешних обитателей Земли дышат кислородом. Ты считаешь, этого мало? Хорошо. Сине-зеленые или их близкие родственники два-три миллиарда лет назад были не только пищей гетеротрофов. Некоторые из новых более высокоорганизованных живых одноклеточных организмов научились заглатывать сине-зеленых, не переваривая их, а оставляя в клетках как фотосинтезирующую частицу-органеллу. Сначала такое сожительство двух организмов было временным сотрудничеством — симбиозом. И сегодня на Земле немало есть простейших, внутри которых живут вполне самостоятельные, по-другому размножающиеся «цианеллы». Но постепенно большая клетка научилась передавать потомству кодовое распоряжение об устройстве хлоропласта — органеллы, бывшей когда-то самостоятельной, хотя и примитивной протоклеткой. Так, считал известный русский ученый академик А. Фаминцын и считают многие современные ученые (но лишь в самое последнее время), родился современный мир зеленых растений.

Ну а все-таки, скажешь ты, цианобактерии, сине-зеленые — они не были ведь нашими предками? Трудно сказать. Какие-то другие бактерии, мало чем от них отличающиеся, были. Здесь важно то, что «примитивные» сине-зеленые клетки-водоросли (примитивны они своим внутренним устройством, в них недостает некоторых важных органелл — составных частей настоящих, больших клеток, и прежде всего в них нет ядра — этого «мозга» современной совершенной клетки) сделали первую серьезную попытку объединиться друг с другом, чтобы дать начало новому уровню организации — многоклеточным организмам. Попытка эта частично удалась: многие сине-зеленые уже тогда существовали в виде нитей, гирлянд из клеток — этакая одномерная многоклеточность. Некоторые современные исследователи бактерий не в культуре, а в природе отмечают, что там, «на воле», колонии бактерий (например, скользкие пленки в термальных источниках на склонах вулканов и просто в водопроводах или шарики в почве) ведут себя вовсе не так, как те же бактерии в чашечке в лаборатории или тоже в почве или свободно плавающие, но по отдельности. Пленки и колонии типа «бычий глаз» гораздо лучше защищаются от разрабатываемых человеком антибиотиков, у них отмечается элементы «социального» поведения, «чувство кворума». У бактерий даже есть гены, управляющие именно колониями и раньше принимавшиеся исследователями за «молчащие гены» непонятного назначения. По некоторым расчетам, таких генов «коллективности» у бактерий — до половины всего генома! Так что даже незаконченность, незавершенность опыта наших предков-прокариот (многоклеточного «прокариотного» растения или животного в эволюции, видимо, так и не появилось) делают их коллективные постройки интересной моделью, показывающей, как упорно природа стремилась выйти на более высокий уровень многоклеточного строения.

ОТ КЛЕТОК-РЕМЕСЛЕННИКОВ К КЛЕТКАМ-РАБОЧИМ

Итак, в какой-то момент эволюции колония одноклеточных организмов превратилась в первый многоклеточный организм. Правда, «момент» этот наверняка длился десятки или сотни миллионов лет. И резкой границы — вот до сих пор колония бактерий, вот простейших, а дальше уже многоклеточное существо — наверное, не было.

Чем же отличается колония клеток от единого организма? Одноклеточное существо можно сравнить с ремесленником-одиночкой. Ремесленник работает один, и все трудовые операции одного при изготовлении, скажем, воинского доспеха может выполнить другой.

Клетку многоклеточного животного (или растения) можно сравнить с рабочим предприятия. В чем разница? Главное отличие: на предприятии есть разделение труда. Там (даже если это старинное предприятие без механизации — мануфактура) трудятся рабочие разных специальностей и каждый занят своим делом. Заменить одного рабочего другим гораздо трудней, его надо переучивать на другую специальность.

К предкам многоклеточных животных, нашим предкам, ближе всех нынешние низшие многоклеточные. Например, губки. У этих животных нет ни настоящих органов тела (например, желудка или сердца), нет тканей (у нас, ты знаешь, есть мышечная ткань, нервная, покровная и т.д., причем каждая ткань образована клетками одной специальности).

И все-таки губка — это не колония простейших. Клетки ее тела ведут себя очень самостоятельно, они легче переучиваются, осваивая «смежные специальности», чем клетки нашего тела, но они разные, и каждая занята своим делом.

Губка образует что-то вроде открытого кверху кувшинчика. В стенках кувшинчика сидят клетки-трубочки, через которые внутрь губки проникает вода (а с водой кислород для дыхания и всякая муть для питания).

По всей внутренней поверхности кувшинчика сидят совсем иные клетки с хвостиками-жгутиками, очень похожие на существующих в природе простейших жгутиковых инфузорий. Работа этих клеток состоит в том, чтобы дружно болтать своими хвостиками и тем самым заставлять воду течь через клетки-поры внутрь кувшинчика. Снаружи кувшинчик «облицован» плоскими клетками, напоминающими клетки нашего кожного покрова. А между «кожей» и жгутиковыми клетками сидят клетки, занятые улавливанием и усвоением поступающей пищи. Эти клетки бродят по всему телу губки и ведут себя, как обычные амёбы. Они охватывают своим студенистым телом частицы пищи и переваривают их в пищеварительных вакуолях, возникающих специально по этому случаю... Если кусок велик и «жалко» его выбрасывать, амёбы начинают вести себя более осмысленно. Кусок будет окружен несколькими амёбами и переварен коллективно!

Напитавшись, клетки-амёбы могут вдруг начать меняться на глазах, отращивая жгутик, и вот уже они заменяют своих голодных собратьев, машут хвостиками, создают ток воды. А те, наоборот, превращаются в амёб и начинают заниматься вопросами пропитания. Может надоесть однотонное существование и клеткам «кожного покрова». И они могут заменить клетки-провиантмейстеры или клетки-водометы. Похоже, чуть не из каждой клетки губки можно вырастить целую новую губку. Но тогда, может быть, губка — это все-таки не целый организм, а колония слегка специализированных клеток? Но нет, именно с губки начинает действовать правило Гарвея, действительное для всех цельных многоклеточных животных: «Все живое — из яйца». У губок есть специальные клетки (опять-таки способные превратиться в другие), занятые вопросами размножения, формирования яйца, зародыша будущей целой губки.

Специально сохраняется в теле губки некоторое число неспециализированных клеток — клеток без определенного занятия. Это на случай беды. Повредит губку прибой или хищник — клетки без специальности кидаются латать дырку: одни наружный защитный слой выстилают, другие, уже с хвостиками, глядишь, воду гонят, третьи дырку в себе прорастили — через пору вода и еда идут, и ее тут поджидают уже сформированные новые клетки-амёбы.

Есть клетки, занятые строительством скелета. Очень красивый скелету губок — биокристаллы-спикулы из кальцита или кремня. Почему биокристаллы? Да потому, что с одной стороны здесь используются природные кристаллообразующие силы, а с другой — не просто используются, но и направляются силами жизни. Под микроскопом ученые с изумлением выследили это чудо.

Вот клетка-скелетообразовательница «задумала» делиться. Ядро разделилось, их уже два, а клетка еще не делится, медлит. И вот уже видно: между ядрами протягивается полупрозрачная ниточка. Ниточка обрастает кальцитовыми молекулами. Кальцитовая иголочка растет, и клетка все-таки делится. И тут начинается самое удивительное: две клетки начинают работать вдвоем, будто между ними связь какая-то есть, доброе согласие. Клетки рассаживаются по концам иглы-спикулы.

Одна — на том ее конце, который растет внутрь губки, другая — на том, что снаружи. Эта вторая клетка начинает двигаться по спикуле внутрь губки, по неведомо какой программе откладывая на ней еще слой кальцита, формируя изящную иглу. Доходит до второй — и вот уже другая начинает двигаться в ту же сторону, образуя самый конец иглы. Обе клетки сходят с конца иглы, дело сделано.

Повторяю: каждая из этих клеток, образующих тело губки, очень напоминает и внешне, и строением, и по роду деятельности какое-то самостоятельное одноклеточное существо, амебу или инфузорию. Конечно, если просто представить себе, как однажды собрались амебы и инфузории и договорились: ты делаешь то, а я это, сотворим-ка цельный многоклеточный организм, — это будет похоже на неправдоподобную сказку. Все, конечно, «проще», то есть сложнее. Но разве не похожа на сказку эта сложная жизнь внутри губки, примитивной по сравнению с нами, высшими многоклеточными, вторичноротыми, позвоночными, млекопитающими, да еще приматами к тому же, что значит — первыми, главными. Ведь снаружи губка и на животное-то не походит, неподвижная, вроде растения, их так и звали долго: зоофиты — животнорастения.

А разве не похожа на сказку сложное поведение маленьких предклеток-органелл — ядер, митохондрий, рибосом внутри клеток? И даже поведение молекул? Помнишь, мы говорили об этом... Транспортная РНК подтаскивает нужную аминокислоту к рибосоме, а та собирает белковую молекулу, как станок с программным управлением...

Задолго до появления многоклеточных жизнь достигла потрясающей сложности. Ученые сейчас всерьез говорят о поведении клеток, органелл и биомолекул, но знают они о законах этого поведения гораздо меньше, чем о законах поведения, скажем, волков в стае.

Действия клеток в телах губок, медуз и других древних морских животных удивительны. Но не думай, что клетки внутри нас, «царей природы», какие-то совсем иные. Нет, и в них есть черты самостоятельности. Их можно размножить в чашечках с питательным раствором, и там они, вспоминая далекое прошлое, начинают походить на амеб — медленно ползать, выдвигать псевдоподии, обволакивать частицы пищи и самостоятельно переваривать их! И у нас под верхним слоем кожных специализированных клеток есть запас неспециализированных, готовых всегда прийти на помощь, если ссадина или рана. Это — регенерация. Не такая, как у губок (каждая клетка еще может заменить любую), и не такая, как у морских звезд (из каждого луча разорванной морской звезды вырастает новая звезда), и даже не такая, как у более близкого к нам тритона, способного отрастить новую лапу. Но и это неплохо.

Обрати внимание и запомни, это скоро понадобится: когда многоклеточному организму плохо, в нем иногда происходит как бы шаг назад.

Его шанс на выживание порой зависит от того, насколько он способен к регенерации, то есть велик ли у него запас неспециализированных клеток, клеток без определенного занятия, готовых выучиться любой нужной профессии. Легче выучить новичка, чем переучить старого мастера другой профессии.

Иногда говорят, что живая природа знает только прогресс, только движение вперед. Как видишь, это не совсем так. Порой отступления помогали сохранить жизнь — значит, они были нужны для того же прогресса.

Начиная с этой главы мы будем говорить уже о многоклеточных наших предках, о том, как они, превращаясь один в другого, «шли» к человеку. Ты увидишь, что и в этом развитии были моменты, напоминающие регенерацию. Иногда развивающемуся сообществу животных приходилось несладко на Земле, и тогда оно могло выжить, отступив назад, к менее специализированной и, значит, более древней форме. А отступив, подняться на следующую ступеньку эволюционного развития. Один мой знакомый палеонтолог говорил об этом так: шаг назад — два шага вперед.

Ну а когда появились многоклеточные наши предки? И давно и недавно. По последним сведениям, это произошло в конце раннерифейской эпохи, примерно 1,4 миллиарда лет назад. Низшим грибам — 2,2 миллиарда лет. Уже знакомым тебе строматолитовым рифам, самым первым — 2,4 миллиарда лет. Это значит, что цианобактерии, сине-зеленые водоросли, которые, наверное, не сразу научились строить рифы, еще старше. Самым древним остаткам одноклеточных, первым простым безъядерным клеткам типа бактерий или водорослей в некоторых случаях — 3,4 миллиарда лет.

Интересно, что первые сложные клетки, ядерные одноклеточные организмы типа дрожжей и амёб появляются в слоях земных незадолго перед появлением многоклеточных. Может быть, со временем ученые обнаружат, что в начале рифея — последней эпохи эры тайной жизни — создались какие-то особые условия для усложнения и прогресса живых существ. И что оба важнейших скачка в эволюции наших предков — слияние доядерных клеток в сложные клетки и объединение новообразованных сложных клеток в большие организмы — шли подряд. Во всяком случае, путь от начала до первой настоящей клетки был неизмеримо дольше и трудней, чем переход к многоклеточным, «большим» животным и растениям.

А НУЖНА ЛИ ПАЛЕОНТОЛОГИЯ?

Здесь читатель вправе задать автору несколько вопросов: вот вы хотели рассказать о самых древних наших предках. А о ком рассказываете — о губках. Ничего себе древность. В аптеке продается пресноводная губка-бодяга, ее полно в наших речках и прудах. От ревматизма, говорят, помогает. В морях и океанах губки устилают дно. И каких только губок нет! Значит, губки — современные животные, какие же они предки? Но если предки живут рядом с нами и их так удобно изучать, тогда зачем рыться в земле, отыскивать ископаемых животных, которые и сохранились плохо, и не известно, чем питались, как себя вели.

И еще: в каждом учебнике зоологии про это есть. Каждый организм, даже человек, когда развивается как зародыш, как будто проходит тем же путем, которым шли его предки, превращаясь друг в друга. Картинка есть: у человеческого зародыша — жаберные щели. Значит, мы были рыбами. Хвост — значит, мы были хвостатые. И тогда опять-таки зачем гадать, кто из этих ископаемых мог быть нашим предком, просто надо взять хороший микроскоп и очень внимательно проследить, как развивается зародыш, на кого он похож в первый день, во второй — до конца. И вся родословная готова.

ТРИ ДОРОГИ В ПРОШЛОЕ

Вопросы важные. Стоит их обсудить.

Да, губки наши современницы, но у ученых есть веские основания подозревать, что древние первые многоклеточные были на них похожи, а поскольку эти древние многоклеточные в геологических слоях не сохранились, значит, можно смотреть на губок как на модель, иллюстрацию, набросок портрета нашего предка. Мы не раз еще будем говорить о таких живых моделях далекого прошлого. Но говорить о них мы можем именно потому, что нам это «разрешила» палеонтология. Из палеонтологии мы знаем, что

губки, с тех пор как у них появился скелет (и, значит, они появились на страницах геологической летописи), почти не менялись.

Родственными отношениями в мире живого занимается самая древняя из биологических наук — систематика. Все живые существа на Земле — родственники (только степень родства — ее и определяет систематика — разная). Можно изучать предков, раскапывая их захоронения, а можно восстанавливать родственные связи, сравнивая нынешних, живущих потомков, каждый из которых несет в себе те или иные черты предков. Эти две дороги в прошлое — палеонтологическая и сравнительно-анатомическая — идут рядом, часто пересекаются, но это разные дороги, они не сливаются в одну, как не сливаются идущие рядом шоссе и река — голубой путь для теплоходов и барж.

Ну а что касается третьего пути в прошлое... Да, зародыш часто как бы повторяет эволюционное развитие предков, но не всегда, не точно. И вообще здесь все очень непросто. Но мы с тобой договорились не обходить трудные вопросы. Попробуем не разобраться — разобраться полностью в этих делах науке еще не удалось и удастся не скоро, — попробуем понять главные черты этого еще одного великого чуда жизни.

Нужна ли палеонтология? Каждый организм, даже человек, когда развивается как зародыш, как будто проходит тем же путем, которым шли его предки, превращаясь друг в друга. У человеческого зародыша на определенной стадии есть жаберные щели. Значит, мы были рыбами. Хвост — значит, мы были хвостатые. И тогда опять-таки зачем гадать, кто из этих ископаемых мог быть нашим предком, просто надо взять хороший микроскоп и очень внимательно проследить, как развивается зародыш, на кого он похож в первый день,

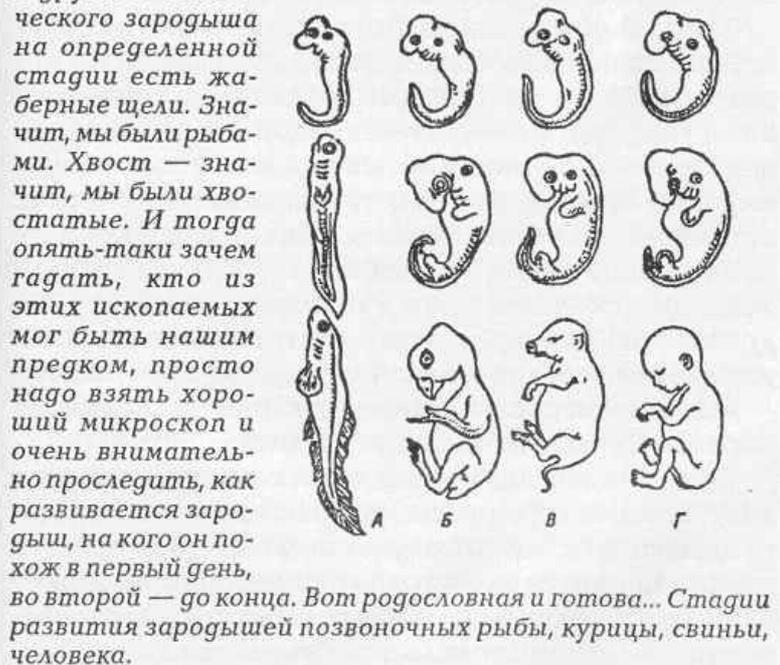


Рис. Зародыши

ГЛАВА ТРЕТЬЯ

в которой сравниваются два способа исследовать природу и появляются предки, живущие на дне моря, а также обнаруживается, что, когда нарушаются научные законы, начинается самое интересное

«ПРИЯТНОЕ ЗРЕЛИЩЕ ПРИРОДЫ»

В средние века мало кто думал, что окаменевшие кости — странного вида, попадающиеся в каменоломнях, — это останки давно вымерших животных. Тем более никому и в голову не могло прийти искать среди этих костей следы наших эволюционных предков — сначала надо было еще додуматься до самой идеи эволюции...

Тайну зарождения жизни искали только в современной живой природе. Причем давно было ясно, что вовсе не обязательно каждый раз анатомировать женщин, умерших от неудачных родов (церковь всегда подозрительно относилась к подобным исследованиям). Еще Аристотель знал, что люди в общих чертах примерно так же появляются на свет, как и все млекопитающие звери, а в развитии зародыша обнаруживалось сходство даже с птицами. Великий врач древности Гиппократ (а он был огромным авторитетом для всей средневековой медицины) так и писал:

«Цыпленок растет в яйце и совершенно таким же образом делится на члены, как и дитя».

Тебе никогда не приходило в голову поискать в яйце, которое тебе дали на завтрак, зародыш будущего цыпленка? Если приходило, то учти, что до тебя это же самое приходило в голову миллионам, и, может быть, из этого детского любопытства, когда оно овладело и взрослыми, родилась эмбриология.

Эмбриологией называется наука, изучающая зародышей, эмбрионов животных. Она очень много сделала для того, чтобы люди поняли свое родство со всем живым миром.

А одним из самых больших эмбриологов был уже знакомый тебе англичанин Вильям Гарвей.

Между прочим, Гарвей был придворным врачом английского короля Карла I Стюарта, того самого, казненного во время английской буржуазной революции. О причинах этой революции ты, наверное, помнишь лучше меня. Ну а недовольство английских пуритан именно Карлом I было вызвано безудержным расточительством этого короля. Король очень любил дорогие удовольствия, а среди них самое дорогое — королевскую охоту на оленей.

Король развлекался охотой, содержал множество слуг, егерей, конюхов. Это было, конечно, непохвально, но в истории иногда бывает так, что нет худа без добра: охотничья страсть Карла привела его к казни, Англию — к кровавой революции, но она же помогла его придворному врачу Гарвею создать великое произведение «Происхождение животных», на обложке которой был изображен Юпитер, в руках у него яйцо с вылезающими оттуда змеями, рыбами, птицами и человеком, а на яйце та самая знаменитая надпись «Все живое — из яйца».

Вот что писал в этой книге Гарвей о страсти короля к охоте и о том, как из этого получился прок для науки:

«У нашего покойного государя... было обыкновение для облегчения души от тяжелых забот и для укрепления здоровья почти каждую неделю охотиться на зверей, в особенности на оленей и ланей, которых ни один государь в Европе не держал для этой цели в большом количестве... Охотились в течение трехлетних месяцев на самцов... а осенью и зимой также три месяца на самок. Тогда мне была предоставлена возможность вскрывать их в большом числе... и наблюдать, сколько угодно».

«Зародыша, — пишет дальше Гарвей, — уже величиной с боб... все члены которого были сформированы, я предоставлял для рассмотрения светлейшему королю и королеве. Приятное зрелище природы! Плавал гладкий и совершенный плод в светлой прозрачной и кристаллической жидкости (как бы в чистейшем стеклянном сосуде), по величине соответствующий голубиному яйцу и одетый собственной прозрачной оболочкой».

Исследуя зародышей оленей, а также цыплят в высиживаемых наседкой яйцах, Гарвей проверял выводы своего учителя — знаменитого анатома Фабриция, дерзнувшего поспорить с самим Аристотелем. Из рассуждений Фабриция следовало, что и белок, и желток яйца питают подрастающий зародыш, но никак не влияют на его форму. Хотя Фабриций и не говорил этого прямо, но можно было понять, что форма зародыша — это что-то присутствующее в яйце с самого начала. «Фабриций постоянно искал материю цыпленка (или определенную часть яйца, из которой образуется его тело), как если бы порождение цыпленка происходило путем метаморфоза, или преобразования собранной ранее материи, и все части тела, или, по крайней мере, главные, сразу возникли... и становились телом».

Так писал Гарвей о взглядах своего учителя и возражал ему:

«Ни одна часть будущего плода не существует в яйце актуально (то есть в готовом виде), но все части находятся в нем потенциально... И этот способ возникновения мы называем «путем эпигенеза», именно возникновение одной части (зародыша) после другой... есть порождение в собственном смысле слова».

Именно из спора Гарвея с Фабрицием родился знаменитый спор, раздиравший биологию еще почти два столетия. Это спор преформистов и эпигенетиков.



Рис. Великая развилка

ШКАТУЛОЧНАЯ ТЕОРИЯ

Помнишь, мы говорили о том, как ошибался революционный демократ Писарев, увидевший в принципе «живое из живого» мистику и идеализм.

В истории науки так бывало неоднократно: верная общая идея, если ее прямо и не вовремя, может привести к странным выводам, к ошибке.

Гарвей, вслед за Аристотелем, правильно решил, что живое существо целиком рождается заново, что бесполезно даже с помощью сильнейшего микроскопа искать в только что вымеченной икринке маленькую лягушку — ее там нет. Что же там есть?

Мы-то с тобой сейчас знаем, что: зародышевая клетка и в ее ядре — генная запись на молекуле ДНК. Но Аристотель и Гарвей никак не могли знать этих достижений науки XX века. И они говорили: части будущего организма находятся в яйце потенциально, в идее. Эту идею они в те времена не могли понимать иначе, как нечто вроде божественного, чудесного веления.

Многие биологи никак не могли примириться с подозрительной «идеей», управляющей зарождением живого существа. Но как тогда объяснить зарождение?

И вот уже знакомый тебе Фабриций в 1600 году, а позже, в 1679 году, еще больше его соотечественник итальянец Марчелло Мальпиги выдвигают гипотезу, что никакого зарождения вообще нет, а есть только рост и развертывание готовых, только мелких, а потому не видных зародышей, во всем похожих на взрослое существо.

Семнадцатый век, микроскопы плохие, усталым — до чертиков в глазах — ученым очень хочется увидеть микроскопическое существо в яйце, чтобы избавиться от подозрительной аристотелевской «идеи», и вот на страницах научных трактатов появляются превосходно сделанные рисунки крошечных цыплят, а то и человечков величиной с булавочную головку. Казалось бы, все в порядке, зародыш материален, существует, но...

Еще не наступила вторая половина XVIII века (и, значит, еще не появился знаменитый труд Каспара Фридриха Вольфа, доказавший, что Гарвей был все-таки прав), а теория заблаговременной готовности зародыша, теория преформации, возникшая из стремления к материальному, вещественному объяснению одной из самых волнующих загадок жизни, зашла в логический тупик. И больше того, она привела туда, куда Фабриций и Мальпиги меньше всего хотели возвращаться, — к библейскому сотворению.

Все просто: если, например, в курице содержится уже готовый цыпленок, которому остается только вырасти и развернуться, то и в этом цыпленке содержится готовый цыпленок следующего поколения. В нем, в свою очередь, еще одна будущая курица, в той — еще и т. д. до... бесконечности?

Но хотя тогда ученые еще не знали, что вещество состоит из атомов и что уменьшение размеров не может продолжаться до бесконечности, длинный ряд вложенных друг в друга куриц (или людей) смущал их, казался неправдоподобным. Значит, какая-то матрешка-курица будет последней. А какая-то была первой! Уж не та ли, которую Бог сотворил незадолго до Адама и Евы? Сотворил, вложив в нее заранее всех будущих кур одна в другую вплоть до самой последней! А человек? Ну и он, — конечно. Кончится запас матрешек — и настанет страшный суд. «Итак, — писал один из последователей Мальпиги, — мы должны думать, что все тела людей и животных, которые, быть может, появятся до окончания мира, были созданы еще при сотворении мира». Другой преформист, Сваммердам, высказался еще более ясно:

«В природе нет зарождения, но только размножение, рост частей... Все человечество было заключено в чреслах Адама и Евы. Когда иссякнет запас их яиц, человеческий род прекратит свое существование». Знаменитый физиолог и поэт Галлер высчитал, что в шестой день сотворения мира более шести тысяч лет назад Бог создал разом зародыши 200 миллиардов людей — со всеми их поступками и характерами, со всеми их судьбами

— уродов и красивцев, жестоких и добрых, все это искусно заключил в тело «праматери Евы» и успокоился.

И уже с самого начала преформисты перессорились, не все были согласны, что Бог проделал эту хирургическую операцию именно с Евой. Почему не с Адамом? Знаменитый философ Лейбниц в одной своей проницательной, умной книге написал:

«Души людей всегда существовали в форме организованных тел в наших предках с Адама, следовательно, при начале вещей».

Так даже верный как будто изначально «материализм» преформистов, при самых благих намерениях, может привести к самой смешной (на современный взгляд) нелепице. И сейчас нам, как ни странно, кажется более трезвым «идеализм», «идея» и «потенция» Аристотеля и Гарвея — ведь не могли же они тогда знать, как именно записано распоряжение о будущем устройстве организмов в не открытых тогда еще клетке и клеточном ядре.

Когда же ошибочная теория укрепляется и становится главной, господствующей, иногда, к сожалению, находятся недобросовестные экспериментаторы, готовые обманом подтвердить все что угодно. Фабриций, Мальпиги, Галлер ошибались в своих рассуждениях, но в их трудах нет обмана. Другие люди, экспериментаторы, имен которых можно и не называть, «увидели» и даже зарисовали в семени лошади микроскопическую лошадь, в семени осла микроскопического длинноухого и даже маленьких петушков в семени петуха.

Наверное, ты догадался, что теория матрешек (в Западной Европе подобная игрушка состоит из множества шкатулок, вложенных одна в другую, и поэтому эту теорию называли шкатулочной) начисто отвергает всякую возможность эволюционного развития живой природы, превращения одних существ в другие.

Вся история жизни оказывается утомительным повторением одного итога же порядка: **зарождение → зародыш → рождение → рост → зрелость → зарождение.**

Как писал когда-то поэт и натуралист Древнего Рима Лукреций:

*...и теперь пребывают все в том же движенье
Вечно зачатков тела, в каковом, пребывали и раньше,
Тем же порядком, а впредь продолжать
они двигаться будут.*

НО ВОТ ПРИШЕЛ ВОЛЬФ

Полтора века назад теория матрешек считалась вершиной научной мысли. «Победой разума над воображением» называли ее преформисты. Воображение, видимо, все-таки никак не могло примириться с мириадами вложенных одно в другое существ. Но пришло время, и разум тоже взбунтовался против всемогущей теории.

Как вестники недалекого ее конца возникли **Вопросы к теории:**

1. Глубокоуважаемая теория матрешек! Как вы объясните появление уродов и у зверей и у людей — шестипалых, двухголовых, сросшихся несчастных созданий. Они тоже были запланированы Богом в дни творения?

2. Почему сын похож на отца или на мать, а то и на обоих? И не похож на датского короля? Ведь для первоначального всеобщего творения все будущие существа — равны.

3. Ящерица с оторванным хвостом отращивает новый, такой же. Запасные хвосты были запланированы заранее или нет и сколько их запланировано? Губка, гидра, морская звезда — разрежь их хоть на сто частей, из каждой частички вырастет новая губка, гидра. А тут как?

4. Последний вопрос. Если зародыш заранее существует, а только невидим до поры, то с того момента, как его можно видеть, он уже должен быть абсолютно похож на взрослое животное. Под микроскопом же видно, что сосуды цыпленка не появляются внезапно под окуляром, а развиваются постепенно из более простых структур, а заполняющая их бесцветная жидкость далеко не сразу краснеет, то есть становится кровью.

Все эти вопросы поставил перед теорией матрешек в 1759 году Каспар Фридрих Вольф в своей диссертации. На вопросы молодого ученого попытался ответить знаменитый натуралист Галлер. Ответы его были неубедительны, но поверили ему, знаменитому ученому, а не Вольфу. Проверять же экспериментом, кто прав, почему-то никому не пришло в голову. Над Вольфом стали смеяться, как над чудаком. Но Вольф не отступил. Его пригласили в Петербург в молодую Академию наук России. Вольф поехал.

В 1768 году российский немец академик Вольф опубликовал в трудах Российской академии сочинение «О формировании кишечника». Для теории матрешек это был еще один страшный удар. Вольф проследил, как образуется кишечник цыпленка в яйце.

От брюшка зародыша отделялся слой ткани в виде желобка, потом края желобка смыкались — возникала трубка. Эта трубка становилась кишечником. Работа Вольфа была так обстоятельна, все в ней было так толково и ясно показано и доказано, что с ученым уже больше не спорили. Работу Вольфа просто замолчали. До начала XIX века в европейской науке по инерции продолжала доживать свои последние дни теория матрешек, хотя она уже была мертвой теорией, бесплодной теорией, теорией, которая никуда не звала и ничего не обещала.

Ну а теория настоящего зарождения, теория эпигенеза, что она обещала дать науке?

Она обещала ответить на каверзные вопросы Вольфа. Она обещала проложить путь для ответа на главный вопрос — о зарождении и развитии всей жизни на Земле. Не случайно, как только утвердилась мысль о том, что зародыш сильно меняется во время развития в икринке или яйце, появилось подозрение, что зародыш не только меняется, но меняется по определенному закону. На ранних стадиях зародыши птиц, млекопитающих, земноводных удивительно походили друг на друга, причем чем более ранние были зародыши, тем большее сходство обнаруживалось.

При этом оказывалось, что в зародыше млекопитающих есть признаки пресмыкающихся, земноводных и даже рыб. Но не наоборот!

«Эмбрион проходит через классы животных», — написал об этом в 1805 году молодой германский ученый Лоренц Окен.

А раз так... А что, если и обратная теорема тоже верна, классы животных развивались и вытекали один из другого так, как идет превращение эмбриона. От простейшего одноклеточного существа — через рыб, земноводных и рептилий — до человека!

ЛУЧШЕ ДУМАТЬ ИЛИ БОЛЬШЕ ЭКСПЕРИМЕНТИРОВАТЬ?

Гарвей и Вольф были великие экспериментаторы, и в результате своих экспериментов они поняли: зародыш возникает каждый раз заново, его заранее в яйце не существует.

Мальпиги и Галлер были не менее старательные естествоиспытатели, но их эксперименты привели к идеям, противоположным и совершенно неверным. В истории науки так было не раз: наблюдая одно и то же, исследователи приходили к разным выводам. И много раз во многих ученых это порождало недоверие к опыту вообще. Плох тот ученый, рассуждали некоторые, который стремится проникнуть в тайны природы грубым инструментом. Инструмент истинного ученого — мозг, силой своего ума он должен поднимать завесу неведомого.

Помнишь? Исходя из теории матрешек, Галлер и Лейбниц логическим путем приходили к мысли о миллиардах готовых маленьких человечков, заключенных в тело то ли Адама, то ли Евы. Понять, насколько это возможно физически, было невозможно, оставалось только свалить всю вину на Творца — так ему было угодно. В логике есть такой способ доказательства — приведение к абсурду. Берется какая-то исходная идея. На нее строго логически нанизывают следствия. И если цепочка следствий приводит к результату $2 \times 2 = 5$, это значит, неверна исходная идея. Для некоторых ученых, даже не очень хороших экспериментаторов, миллиарды человечков в теле Евы были тем самым абсурдом, который начисто зачеркивал исходную мысль — о заблаговременной готовности организма, об отсутствии подлинного зарождения нового в живом мире.

В 1805 году опубликовал свою работу «Зарождение» молодой ученый Лоренц Окен. И современники, и теперешние историки науки упрекают Окена за умозрительность, то есть за презрение к опыту, за стремление решить загадку жизни с помощью одних только рассуждений.

В одной из газет того времени появилась рецензия на работу Окена, в которой, кроме довольно лестных слов по поводу смелости и оригинальности взглядов Окена, содержалась и жестокая критика. Газета обвиняла Окена в «наглom навязывании» природе придуманных им законов. Что же за законы навязывал природе Лоренц Окен?

«ТЕЛА ВСЕХ ВЫСШИХ ЖИВОТНЫХ СОСТОЯТ ИЗ ИНФУЗОРИЙ КАК СОСТАВНЫХ ЧАСТЕЙ».

Инфузории — это одноклеточные животные, ты знаешь, они очень похожи на взятые в отдельности клетки тел многоклеточных животных. По существу, это одно и то же. Так что это высказывание Окена правильное. Но в его время клеточное строение высших животных и растений еще не было обнаружено — силы микроскопов не хватало, чтобы разглядеть их во всех тканях. Значит, Окен каким-то образом догадался об истине...

До Окена поколения ученых спорили, из мужского или женского зачатка развивается взрослый организм — кто из родителей «главнее». Окен не только догадался (именно догадался, без всяких на то экспериментальных оснований), что «оба главные», но и провозгласил, что зарождение начинается со слияния двух зародышевых клеток-«инфузорий».

«ЗАРОЖДЕНИЕ ЕСТЬ СИНТЕЗ ИНФУЗОРИЙ»

Эти «инфузории», из которых состоит и с которых начинается всякий высший организм, были для Окена не просто составными частями. Он их называет «предзверьками», «предсуществами»:

«ВСЯКОЕ ЖИВОЕ ТЕЛО СОСТОИТ ИЗ ПРЕДСУЩЕСТВ».

Это значит, что одноклеточные организмы появились раньше, чем высшие животные и растения. И что в каком-то смысле мы — кентавры, мы составлены из наших предков!

Вслед за некоторыми учеными XVIII века Окен провозгласил и знаменитое:

«ЭМБРИОН ПРОХОДИТ ЧЕРЕЗ КЛАССЫ ЖИВОТНЫХ».

Окен часто и с гордостью заявлял, что он как истинный ученый может больше увидеть в природе силой своего ума, чем анатом-экспериментатор, убивающий в лаборатории тысячи лягушек. И что удивительно, он действительно как будто лучше разобрался в кое-каких общих вопросах, чем деятели экспериментальной науки (правда, тут была маленькая хитрость: Окен сам редко занимался опытами, но за опытами других следил очень внимательно).

Ученых, подобных Окену, называли натурфилософами. Уже к середине XIX века наука полностью отказалась от натурфилософского подхода к изучению мира. И произошло это не случайно. Вместе с поразительными, на наш взгляд, догадками в сочинениях натурфилософов можно найти и много неверных мыслей, просто нелепиц.

Не исключено, что жизнь на Земле зародилась, и несомненно, что она долго развивалась в воде, в море. Это очень древняя идея, но как, когда, в каком виде «мы были в море», не могли сказать: ведь палеонтология, эта летопись земной жизни, еще только зарождалась. И вот натурфилософ Окен, рядом с потрясающими своими догадками, столь же серьезно провозглашает, что человек вышел из моря буквально, в самом прямом смысле. Он считал, что море, эта «материнская стихия», сумело «высидеть» что-то вроде больших яиц, в которых, скорчившись, сидели маленькие человеческие эмбрионы. Потом эти яйца вышвырнуло на берег, часть человечков погибла, а часть выжила. Окен рисовал перед потрясенным читателем удивительную картину детства человечества. Смеясь, плача и крича в громе прибоя, маленькие дети ползали по пляжам, собирали съедобные ракушки, подрастали, становились людьми. Это все похоже не на науку, а на сказку. Это и была сказка. В том-то и была главная беда натурфилософии, что она, выводя «силой мысли» все новые построения, нередко не учитывала возрастающей шаткости подобных логических «мостов», висящих без опоры на экспериментальные факты.

Да, натурфилософы догадались, что между развитием живого мира и развитием зародыша есть связь, параллелизм. Но как они эту связь понимали?

Нет, не так они поняли эту связь, как потом Дарвин и дарвинисты. Не зародышевое развитие повторяет эволюционный путь, а наоборот! Зародышевое развитие человека было предначертано заранее и послужило руководством для развития живого мира. Оставалось реализовать все стадии этого предначертания в виде различных животных (и даже растений!). Натурфилософы Ф. Тидеман и Л. Окен торжественно объявили, что все животное царство — это получившие право на жизнь разные зародышевые стадии «высшего существа» — человека. Человек не произошел от обезьяны (мы знаем уже, как представлял себе происхождение человека Окен), а появился после нее по тому же божественному плану, но только доведенному на этот раз до своего полного исполнения. Человек объявлялся заранее задуманной целью мироздания. При этом он и был

мирозданием, микрокосмом: ведь в нем содержалось все животное царство! Все животные, по этой теории, были как бы химерами, кентаврами, составленными из всех предшествующих на «лестнице существ» классов животных. Но самой причудливой химерой, многосоставным кентавром оказывался именно человек, как венец творения, замыкающий пресловутую лестницу!

Удивительно, не правда ли? Начав как будто с борьбы против теории матрешек, теории предопределенного развития, натурфилософы вернулись к той же, по существу, ошибке. Опять все развитие предопределено заранее, но только не в виде бесчисленных одинаковых кругов-повторений, а в виде реализации поочередно всех стадий зародышевого развития «высшего существа».

Но в науке редко что пропадает даром, даже явные ошибки. Дальше ты увидишь, что в самой сердцевине этих ошибочных воззрений натурфилософов было все-таки спрятано рациональное зернышко, которое разглядели много позже: не только эволюция отражается на эмбриональном развитии, но и эмбриональное развитие в самом деле сильно влияет на эволюцию, на характер превращений одних животных в других. Да и взгляд на эволюцию, как на в какой-то мере создание составных, химерных генных наборов и организмов, как ты уже знаешь, снова в почете.

И это еще раз показывает верность правила Гарвея, которому мы — помнишь? — решили следовать: «Ни хвалить, ни порицать: все трудились хорошо!»

Нужен опыт, нужна и теория. Бывают в истории науки времена, когда опытных данных много, а хороших мыслей, идей не хватает, чтобы все связать. И тогда теоретики порой нужнее экспериментаторов. Но ведь бывают и другие времена. Идей множество, а вот настоящих опытных фактов, чтобы провести среди этих идей хороший отбор, не хватает.

Нужно и то и другое, а вот кем ты станешь, если будешь ученым, теоретиком или экспериментатором, это уж дело твоих способностей, склонностей. Как писал поэт и натуралист Гете: «Можно ли познать себя? — Не путем созерцания, но только путем деятельности. Попробуй исполнить свой долг, и ты узнаешь, что в тебе есть».

ИНТУИЦИЯ УЧЕНОГО

Итак... Окен догадался о многом, что биологии только предстояло узнать. Великий французский ученый Ламарк догадался, что одни животные произошли от других путем постепенных изменений, приспосабливаясь к среде, условиям существования. Но недостаточный запас практических знаний привел обоих к серьезным ошибкам. Ламарк не смог выдвинуть убедительной причины для приспособительных изменений живых существ. Животному «хочется» дотянуться до самых верхних веток — и вот у жирафы чуть вытягивается шея, а у слона — чуть вырастает хобот. Приобретенные свойства передаются по наследству, а у потомка опять подрастает шея или хобот.

Натурфилософов жестоко критиковали, но вместе с их ошибками отбрасывали иногда и кое-что ценное.

Наступал XIX век, век пара и электричества, век, когда в науке на первое место становился факт, опыт, что-то зримое, осязаемое. Еще Исаак Ньютон когда-то говорил: «Гипотез не сочиняю». В XIX веке стремление обойтись без гипотез, общаться только с фактом распространилось во всех науках. Задачу биолога сформулировал великий

палеонтолог Ж. Кювье, больше всех критиковавший учение Ламарка: *наблюдать, классифицировать и описывать*.

Конечно, систематизация знаний очень важна. Но ограничиться систематизацией... О таком ученом-фактокопателе ядовито писал В. Маяковский:

*Не человек, а двуногое бессилие,
С головою, откусанной начисто
Трактатом «О бородавках в Бразилии».*

Задачей науки объявлялось знание, а не учение, система, а не дерзкое устремление в будущее.

Теория эволюции Дарвина, основанная на понятных и всем доступных фактах, предлагала для размышления захватывающие идеи. Человеку всегда интересно его происхождение, его место в мире. Наукой заинтересовались чиновники, торговцы, рабочие. Получив в руки новую путеводную нить — дарвинизм, биологи стали не просто описывать, они стали направленно искать, подбирать материал таким образом, чтобы осветить для себя и для всех других место того или иного животного или ископаемого существа в системе родства живого мира, в генеалогическом древе природы. Особенно всех интересовали истоки человеческого рода, шире — млекопитающих и, наконец, всех позвоночных животных. Более ста лет назад пришел в биологию Александр Онуфриевич Ковалевский. Наступала новая эра в эмбриологии. Ковалевский задался целью нащупать самое начало побега позвоночных.

Еще студентом Ковалевский придумал новый метод окрашивания исследуемых под микроскопом организмов. Неизвестно, как он догадался выбрать для своих исследований малопонятных и малоинтересных, по мнению биологов того времени, морских животных — асцидий, ланцетников, бабяноглоссов. Почему-то он выбрал именно их. Может быть, его вела даже и не гипотеза (ее, видимо, еще и не было), а смутная догадка, интуиция ученого — вещь, как мы видели на примере натурфилософов, вовсе не бесполезная. А тут натурфилософская интуиция соединилась с блестящим даром экспериментатора. Так или иначе, истинная роль именно этих животных в великом царстве живого стала проясняться только после работ Ковалевского, даже для него самого. Но лучших объектов для опытов он не мог придумать, даже если бы заранее точно знал, какой результат его ждет.

Как только позволили обстоятельства и средства (очень скудные, Ковалевский был беден), молодой биолог выехал в Неаполь на лазурные берега воспетого поэтами залива, где принялся пристально изучать ставшего потом знаменитым ланцетника, «эту замечательную рыбку», как писал поначалу сам Ковалевский и как тогда все считали. Но дело как раз оказалось в том, что ланцетник рыбой-то и не был... Он близкий родич далекого предка не только рыб, но и вообще всех позвоночных животных.

Ланцетники есть и в нашем Черном море. Может быть, ты когда-нибудь их увидишь — я не видел, хотя много нырял, разглядывая всякую живность, и на Кавказском и на Крымском берегу. Это безглазое, безмозглое (головы нет!), «бессердечное» полупрозрачное существо и правда внешне напоминает маленькую, с мизинец, рыбку. Ланцетник живет в песке на дне, прячась от врагов, питаясь, чем придется, что попадет съедобного в ил. Удивительно, что этот самый солидный кандидат в наши предки дожил до наших дней только потому, видно, что конкурентов в такой малозаметной жизни у ланцетника и нет почти, а врагам долго и утомительно его в песке разыскивать. У ланцетника нет скелета. Но у него есть спинная опора, хорда! Это гибкая струна с нервной трубкой вдоль. И этому простому приспособлению, позволяющему животному более

свободно владеть своим телом, суждено было сделать «наш» тип животных властелинами моря, суши и воздуха.

Удивительны и поучительны у ланцетника первые часы жизни. Как устройство и принцип работы самолета легче понять на простой модели из дощечек и папиросной бумаги, нежели в кресле лайнера Москва — Душанбе, так и происхождение и первые часы развития зародыша позвоночных легче всего изучить на примитивной, но понятной «модели» — на развитии яйца и зародыша ланцетника.

Яйца-икринки ланцетника очень просты — в них мало желтка, питающего вещества, и поэтому, чтобы пропитать себя, личинка ланцетника, как писал Ковалевский, «должна сейчас же отправиться на работу». Личинка начинает питаться, плавать, вести самостоятельную жизнь, еще не став настоящим хордовым позвоночным животным! Она очень похожа на беспозвоночных. Эмбриология навела мостик между позвоночными и беспозвоночными, разделенными, как прежде думали, неодолимой пропастью.

Снова подтвердилось удивительное правило, подмеченное еще натурфилософами, подтвержденное великим эмбриологом Карлом Бэрром и по-новому понятое Дарвином. Зародыши разных животных на самых первых порах своего развития очень похожи друг на друга и на самых первых своих давних эволюционных предков, на более поздних стадиях они уже меньше схожи между собой и напоминают своим строением более недавних предков и т. д.

Правило было простое, оно обещало легкую и быструю разгадку всяких тайн эволюции. Ведь далеко не все звенья в цепи предков удастся раскопать палеонтологам — охотникам за древними костями. И вот, основываясь в большой степени на исследованиях Ковалевского и других эмбриологов, один из последователей Дарвина немецкий естествоиспытатель Э. Геккель поспешил провозгласить «основной биогенетический закон»: *Онтогенез (индивидуальное развитие организма) является повторением филогенеза (эволюционного развития вида).*

Многие ученые с радостью приняли новый закон. Ведь когда есть закон, легче разобраться в массе фактов и можно идти дальше. Но и в XIX веке и в наше время «закон» Геккеля никак не мог и не может занять такого положения в науке, как, например, законы Ньютона.

Всего через два года после знаменитой статьи о ланцетнике Ковалевский опубликовал новые свои работы. «Ему, — писал друг и единомышленник Ковалевского знаменитый биолог И. И. Мечников, — было недостаточно открытия, что позвоночные и беспозвоночные связаны непрерывным звеном в виде блуждающей посредством ресничек личинки ланцетника. Ему хотелось ближе определить, с какой именно группой беспозвоночных находится в ближайшем родстве эта поразительная личинка. Со свойственной ему энергией и настойчивостью Ковалевский разрабатывает историю развития целого ряда низших животных».

Ковалевский занялся баляноглоссом. Баляноглосс был похож на роющегося в морском дне червяка, но в строении его жабр Ковалевский обнаружил черты, сближающие это животное с хордовыми. Это и был родич хордовых среди беспозвоночных. Позднее интуиция Ковалевского была еще раз блестяще подтверждена — в переднем конце тела этого «червяка», нашего прапрадядюшки, нашли небольшой отрезок гибкого хрящика, очень похожего на хорду.

Однако Ковалевскому никак не удавалось подсмотреть, как развивается баляногосс, не удавалось найти его личинку. Только в 1870 году ее нашел Мечников. Это была торнария — давно уже известная ученым личинка, как они думали, какой-то морской звезды. Недаром получилась эта путаница — торнария ничем не отличается от настоящих личинок иглокожих: морских звезд, морских ежей и многих прочих замечательных животных моря, входящих вместе с нашим типом хордовых в огромное сообщество вторичноротых животных. Так окончательно была подтверждена мысль Ковалевского, что ближайшие родственники хордовых среди беспозвоночных — это совсем на нас непохожие иглокожие, они вроде двоюродных братьев позвоночных животных. Трудно представить себе общего предка, от которого произошли и морские звезды и человек, страшно давно он жил, и ничего, может быть, от него не осталось в каменной летописи Земли, но он был, и ученые, наверно, со временем реконструируют его возможный образ.

Так, глядя в микроскоп, эмбриологи строили систему родства живого мира и заглядывали в далекое прошлое Земли. Получалось...

1. Чуть больше или чуть меньше миллиарда лет назад часть морских животных стала в ходе своего развития испытывать странное превращение: там, где у них прежде был рот, формировался задний конец тела, служащий для выброса пищевых отходов, а где был задний конец, прорывался новый рот.

Почему этот переход ко вторичноротости оказался эволюционно столь выгодным? С нашей теперешней точки зрения, вроде бы не было такой причины. Но для общего предка иглокожих и хордовых дело могло обстоять иначе. Он, как и многие морские животные, часть своей жизни проводил, плавая в поисках удобной «стоянки».

Найдя такую стоянку, он должен был прикрепиться и жить «привязанный» неподвижно всю остальную жизнь наподобие современных актиний и асцидий.

Прикреплялся он передним концом тела, может быть, с помощью специальных щупальцев. И... тем самым закрывал себе рот. Для дальнейшей, неподвижной жизни надо было прорастивать новый рот... У общего предка иглокожих и хордовых, возможно, ели оба рта — только в разные периоды жизни. (Оговорюсь, здесь изложена лишь одна гипотеза образования «вторичноротости» — гипотез этих много.)

Так или иначе, прошло время, потомки перестали прикрепляться, и этот момент индивидуального превращения быстро сдвинулся под действием естественного отбора на ранние стадии зародышевого развития. Первичный рот уже «не ел» — у иглокожих он служит для удаления непереваренной пищи. А у позвоночных, появляясь ненадолго, напоминает нам о пройденном нашими предками пути.

2. Можно примерно так же попробовать реконструировать появление у какого-нибудь вторичноротого предка этап перехода к «хордовости». Вот неизвестно, в связи с какими особенностями жизни у какого-то нашего предка к взрослому его состоянию появилась маленькая хрящеватая струнка нотохорд (как у баляноглосса). Нотохорд, укрепляя удлиненное тело, оказался выгодным, и вот он растет с чередой поколений и появляется все раньше в индивидуальном развитии организма, пока дохордовая стадия в развитии зародыша лягушки или коровы не окажется просто напоминанием о древних, но бывших в действительности событиях.

Если бы все было так, то прошлое действительно буквально записано в нас самих.

Но...

«Но это его не удовлетворяет, — пишет Мечников о Ковалевском. — Подметив, что прозрачные зародыши асцидий (оригинальных морских животных, прикрепленных к подводным предметам и с виду ничуть не похожих ни на одно из позвоночных) представляют стадии, напоминающие зародышей ланцетника, Ковалевский делает усилия для того, чтобы исследовать подробно эту тему. Но подходящий для этого вид асцидий довольно редок в Неаполе. Тогда Александр Онуфриевич переезжает на остров Искию (километрах в 25 от Неаполя), где с помощью местных рыбаков добывает нужное ему животное в большом количестве и достаточно свежем виде. Тотчас же он устраивает свою маленькую подвижную лабораторию (он и в

Неаполе работали своей единственной комнате) и засаживается за эмбриологию асцидий».

Эти три работы — о ланцетнике, баяноглоссе и асцидии — сделали нашего соотечественника в 25-летнем возрасте одним из знаменитейших ученых мира, редкая везучесть, как тогда говорили, для биолога. Но эта «везучесть» объяснялась необыкновенными способностями Ковалевского, его интуицией в выборе главной цели и удивительной фантастической терпеливостью, неутомимостью в постановке эксперимента.

Работа Ковалевского об асцидии ставит сразу под сомнение всю привидевшуюся биологу легкость решения проблемы корня позвоночных.

Взрослые асцидий ничем не похожи на нас, хордовых. Они принадлежат к подтипу оболочников, и самое, казалось бы, замечательное в них — это как раз оболочка, туника, полупрозрачное одеяние, домик асцидий. Этот домик в минуту опасности некоторые оболочники могут покинуть и построить новый. Построить... из целлюлозы, вещества, из которого сделан этот лист бумаги. Это вещество растительных тканей, неведомо как освоенное одним-единственным подтипом животных!

Но самое удивительное для нас в оболочниках все-таки не это. У асцидии, наиболее развитой из них — личинки обладают самой настоящей хордой. По форме напоминающие головастиков, они, прежде чем прикрепиться и зажить взрослой оседлой жизнью, долго свободно плавают, как бы выискивая наилучшее место для прикрепления и дальнейшего процветания в неподвижности.

Такой подвижной личинкой обладают многие прикрепленные неподвижные жители моря, иначе как бы они расселялись по просторам океанского дна? Для личинок вырабатываются особые органы движения — щупальца, реснички, парашют медузок-личинок кораллов. А у этих личинок гибкая хорда в подвижном хвостике! Сейчас биологи называют оболочников первичнохордовыми или еще личиночнохордовыми животными (а баяноглоссов — полухордовыми).

Еще один «предок»? Но если так, то предок-то, выходит, не сама асцидия, а ее «детеныш» — личинка! По биогенетическому закону зародыш, личинка, должен походить на древнюю, предковую группу животных (так и бывает у ланцетника). А здесь все наоборот: личинка «прозорливо» похожа на нас, потомков, а взрослое животное — на гораздо более древних беспозвоночных.

Получается как будто, что природа вроде как заранее знает, что ей потом очень даже пригодится хорда! И пробует ее создать заблаговременно, «ставя опыт» на личинках. Правда, некоторые ученые считали, что асцидия — это деградировавшее, отставшее в развитии животное, упростившееся из-за того, что приспособилось к сидячему

существованию, а личинка — в полном согласии с биогенетическим законом — «вспоминает» о лучшем, хордовом прошлом. Эти ученые указывали: вот есть же среди оболочников такая аппендикулярия, которая оставляет себе хорду на всю жизнь.

И правда, аппендикулярия плавает свободно всю жизнь и размножается и умирает с хордой, но сейчас многие (не все!) ученые склоняются к мысли, что это крошечное животное, очень похожее на личинку асцидии, по происхождению не предок асцидии, а наоборот, как бы не выросшая, но научившаяся размножаться личинка. Так бывает в природе, это явление называют неотенией (в переводе с греческого — растянутая юность). В аквариумах часто разводят аксолотлей — симпатичных влажнокожих земноводных с веточками наружных жабр. И мало кто знает, что аксолотли — это не выросшие из-за неблагоприятных аквариумных условий, но умеющие сами размножаться личинки амфибии амбистомы, дышащей легкими.

Такие размножающиеся личинки могут совсем «забыть» о своем умении превращаться во взрослое животное, если плохие условия растянутся на века. И вот в эволюции появится новое животное, бывшая личинка, недоросток, шаг назад... Но что такое шаг назад в эволюции? Если этот шаг назад выгоден в новых условиях, это уже шаг вперед.

Так, очень может быть, и произошли наши хордовые предки. Какие-то неприятные перемены в подводном мире могли толкнуть наших предков на энергичную борьбу с грозящим вымиранием, на прорыв к совершенно иному существованию. Например, дыхание и энергетический обмен — очень разные у «продвинутых взрослых» у «недоразвитых» личинок тех же амбистом: экономные, но вялые, у первых и неэкономичные, но вдвое более энергичные, у вторых. Небольшое временное приспособление — хорда, помогавшая личинкам асцидии расширять область расселения своих сидячих взрослых, — вдруг закрепились вплоть до стадии размножения (как у аппендикулярий). Личинка-переросток (с «точки зрения» взрослой асцидии, уродина недоразвита) могла превратиться во взрослое хордовое вроде ланцетника и дать начало

всему миру хордовых жителей планеты — и нам с тобой, значит, тоже!

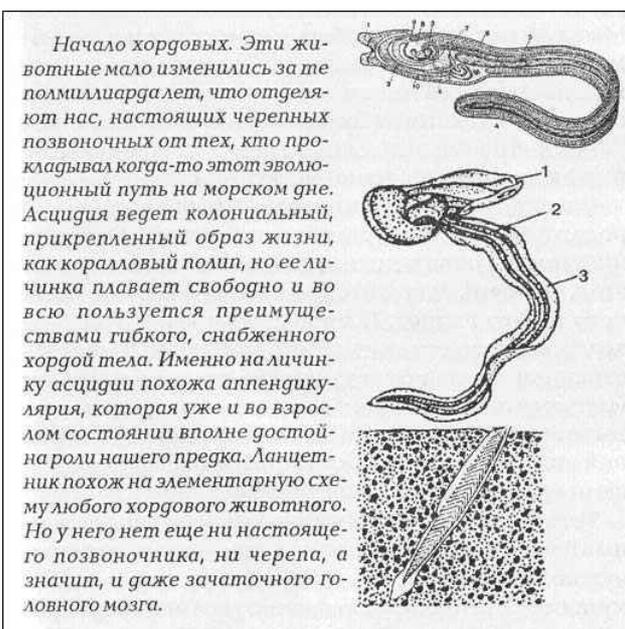


Рис. Начало хордовых.

ПЕСНЯ О КОВАЛЕВСКОМ И ЛАНЦЕТНИКЕ-АМФИОКСЕ

Начиная с работ Ковалевского в биологии, эмбриологии началась новая эпоха. К скромному ученому в Неаполь съезжались со всего мира биологи, врачи — маститые, знаменитые и просто студенты. Ковалевский уехал, а в Неаполь все тянулись его последователи, повторяя

его опыты, изумляясь их простоте и наглядности. В конце концов биологи Европы организовали там что-то вроде постоянной биологической станции, куда еще в начале XX века можно было приехать, поработать, послушать воспоминания старого рыбака, добывавшего ланцетников «самому Ковалевскому». Пели на станции песню немецких

студентов, которую я тебе здесь попытаюсь перевести, — в ней довольно точно описываются опыты Ковалевского, первые этапы развития личинки ланцетника, похожие на первые превращения зародыша всех позвоночных животных... Пелись каждые четыре строчки, каждая пятая — скандировалась.

*Шел я берегом, один,
А навстречу — господин.
Выразив восторг,
Он мне дал листок,*

ГДЕ БЫЛО НАПИСАНО: КОВАЛЕВСКИЙ, ПРОФЕССОР ИЗ ПЕТЕРБУРГА.

*Утро, будят.
Пишет мне
Он в любезнейшем письме:
Вас прошу прийти
В восемь без пяти.*

БЫТЬ В ОЗНАЧЕННОЕ ВРЕМЯ НА МОРСКОМ БЕРЕГУ НЕПРЕМЕННО
НАТОЩАК!

*Вот, взволнован и побрит,
Приняв самый светский вид,
Я с горы иду
И чего-то жду.*

СО СКЛОНА ВЕЗУВИЯ ДОБИРАЮСЬ ДО НАЗНАЧЕННОГО МЕСТА, ОЩУЩАЯ
ЛЕГКИЙ ГОЛОД.

*Герр профессор там стоит,
В море вдумчиво глядит
И меня позвал,
Чтоб и я стоял*

И ТОЖЕ ТАРАЩИЛ ГЛАЗА В МОРЕ.

*Над заливом все темней,
А в желудке голодней,
И приплыл тогда
Тот, кого он ждал.*

ЭТО БЫЛ ЛАНЦЕТНИК-АМФИОКС, КОТОРЫЙ ПО РАССЕЯННОСТИ УРОНИЛ
ЧТО-ТО В ВОДУ.

*В тот же миг, тиха, нежна,
Амфиоксина жена
Приплыла на зов
И, не тратя слов,*

С МЕСТА НЕ СХОДЯ, ОТЛОЖИЛА СВОЮ АМФИ-ОКСИНУ ИКРУ.

*Ковалевский возбужден,
Вот ныряет в море он,
И, икру достав,*

Он бежит стремглав

К СЕБЕ ДОМОЙ, ВЕЛЕВ МНЕ СЛЕДОВАТЬ ЗА НИМ.

*Амфиоксина икра
Развивалась до утра,*

Вырос из одной

Клетки — целый слой!

ЭТОТ СЛОЙ, КОТОРЫЙ КОВАЛЕВСКИЙ НАЗВАЛ БЛАСТОДЕРМОЙ, ОБРАЗОВАЛ К ПОЛУНОЧИ ПУЗЫРЕК-БЛАСТУЛУ.

*Прогибается слегка
Оболочка пузырька,
Чтобы стать сплошной
Стенкою двойной.*

СБЛИЗИВШИЕСЯ СТЕНКИ СВЕРНУВШЕГОСЯ ПУЗЫРЬКА-БЛАСТУЛЫ ОБРАЗУЮТ ДВОЙНУЮ ОБОЛОЧКУ НОВОГО ТЕЛА ЗАРОДЫША.

*И поплыл живой мешок,
И реснички — вместо ног,
Добывать еду.
Ну а я все жду.*

КОВАЛЕВСКИЙ РАССКАЗАЛ МНЕ, ЧТО ЛИЧИНКА АМФИОКСА, ПОПЛАВАВ СВОБОДНО, ПЕРЕХОДИТ К СЛЕДУЮЩЕМУ ПРЕВРАЩЕНИЮ.

*И теряя аппетит,
Вдруг сбивается с пути,
То плывет вперед,
То назад плывет,*

ТО ЕСТЬ БЕСПОКОИТСЯ: ЭТО ЧЕРЕЗ ТЕЛО ЛИЧИНКИ, ПОДОБНО ВЕРТЕЛУ, ПРОРАСТАЕТ ХОРДА!

*А потом и мозг спинной,
Все детали до одной
Я назвал бы все,
Но, увы, месье,*

ИЗ-ЗА ОМЕРЗИТЕЛЬНЫХ ЛАТИНСКИХ НАИМЕНОВАНИЙ ЭТО ЗАТРУДНИТЕЛЬНО.

*Под конец осилил я:
Есть еще асцидия.
Вроде и она
Хордою знатна.*

НО ПОЧЕМУ-ТО С ВОЗРАСТОМ ОНА ГЛУПЕЕТ, КУДА-ТО ТЕРЯЕТ СВОЙ ХРЕБЕТ И БОЛЕЕ ВЫСОКАЯ ПРИРОДА ПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ В НЕЙ ИСЧЕЗАЕТ.

А когда я все узнал,

*Аппетит во мне взыграл,
Аж живот свело.
Тут и рассвело.*

Я УЖЕ НЕ МОГ БОЛЬШЕ СЛУШАТЬ: ЗАЧЕМ УЗНАВАТЬ ТО, ЧТО И ТАК
УЗНАЕШЬ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ОБРАЗОВАНИЯ.

*Мне принес профессор трость,
Шляпу тоже он принес...
— Вас узнать был рад.
Дорогой собрат! —*

СКАЗАЛ КОВАЛЕВСКИЙ И ПРОВОДИЛ МЕНЯ ДО ДВЕРЕЙ БЕЗ УЖИНА.

ГЛАВА ЧЕТВЕРТАЯ

в которой выясняется, что внутри нас живет не только прошлое, но и будущее

ИНТУИЦИЯ ПРИРОДЫ

У Ковалевского, как у всякого настоящего ученого, была богатая интуиция. Как бы ни был трудолюбив экспериментатор, шансы сделать открытие, продвинуть вперед науку у него равны почти нулю, если он будет пробовать, экспериментировать «методом слепого тыка», не предчувствуя, не предугадывая, куда свое трудолюбие лучше всего приложить.

А могла ли природа добиваться таких удивительных результатов в эволюции живого, действуя методом «слепого тыка»? Только методом проб и ошибок? В последнее время ученые, уже зная, с какой скоростью могут появляться новые случайные признаки в организме, попробовали подсчитать, сколько же времени понадобится эволюции, чтобы дождаться признака действительно полезного, да потом еще закрепить его отбором. И сколько лет нужно, чтобы множество таких случайно получившихся свойств сформировали, наконец, лошадь или человека. Подсчеты дали очень большие цифры: времени жизни на Земле не хватало.

Получалось, что и в эволюции живого есть что-то вроде интуиции ученого. Какой-то фактор, как бы нацеливающий «эксперимент» природы или хотя бы заранее предупреждающий: такие-то и такие попытки просто бессмысленны, лучше и не пробовать. Некоторые философы, те, которые с большой неохотой уступали эволюционному учению, узнав о таких подсчетах, очень обрадовались. Ну конечно, раз в природе есть что-то вроде интуиции, предопределяющей дальнейшие шаги, значит, есть что-то вроде талантливого ученого, обмозговывающего, как это все поумней да поэкономней сделать. Творец!

Ученые, как правило, ничего не имеют против великого изобретения человечества, религии, понятие Бога дало человеку очень многое, без этого понятия он бы не стал Человеком. Основные понятия человеческой совести, норм общежития, нравственного закона, по мысли Канта, не менее прекрасного и важного, чем звездное небо над головой, возникли в сфере веры. Но он же всегда выступал против «религиозных» спекуляций в науке и «научных» в религии. Многие ученые, в том числе и столь досадивший некоторым священнослужителям Чарльз Дарвин, были глубоко верующими людьми, что не мешало им искать и находить истину, разлитую в Природе независимо от хотения или нехотения человека.

Точного ответа на все вопросы, связанные с эволюцией, нет. Во всяком случае, столь точного, как в математике. Но найдено очень многое — усилия поколений ученых не только не пропали даром, а вознаграждены захватывающей и величественной картиной, открывающейся перед человеком, пожелавшим узнать свою родословную.

Можно говорить о философии природы, философии эволюционного учения.

В затруднительных случаях полезно попробовать вернуться к началу и оттуда попытаться распутать клубок, в котором запутались... Вернемся и мы к химической эволюции, зарождению жизни, когда все было гораздо проще. Была некая лужа, в ней замкнутым циклом происходили химические реакции — так, что последняя реакция воспроизводила начальные условия для первой. Это и была преджизнь. Допустим, что-то в окружающей среде менялось, «живая лужа» должна была приспособиться к изменению, эволюционировать.

Человек обитает почти по всей Земле — и там, где жарко и где всегда холодно. Там, где не хватает одних веществ и в избытке другие.

Разные условия существования влияют на нас, на болезни, самые распространенные в той или иной области. Но прямого влияния этих разных условий на тип человека, на его наследственность нет или почти нет. А вот какие-то химические или температурные изменения в древней «живой луже» уже означали ее эволюционное изменение. Изменение живого или предживого само по себе означало тогда и генетические изменения.

Следующий этап. Появились организмы, в которых был молекулярный наследственный код, запись устройства организма на нити нуклеиновой кислоты. Между генетическим набором и строением организма появились тонкие, сложные, не прямые связи. Код не содержал в себе организма, как не содержит в себе автомобиля технологическая схема его изготовления.

И обратно: жизненные приключения организма не влияли прямо на его генетическую программу.

Философы говорят: в царстве живого есть своего рода этажи, уровни организации живого. Отношения между уровнями не простые. Каждый верхний этаж-уровень «держится» на нижнем, но и сам на него как-то влияет. С появлением генетического кода свойства организма, его признаки и наследственная основа оказались «на разных этажах». Причем что интересно: с окружающей средой, с естественным отбором имеет дело в основном «верхний этаж» — признаки, свойства. А наследуются не сами признаки, а их генная запись!

Теперь для того, чтобы вызвать стойкие, существенные наследуемые изменения в строении организма, нужно вносить поправки прямо в запись, в гены. Это мутации. Они происходят время от времени самопроизвольно, но становятся чаще, например, при облучении организма радиоактивностью, при воздействии некоторых химических веществ. Казалось бы, то же прямое воздействие среды... А вот и нет! Среда воздействует на запись. Но не на содержание записи, а на скорость ее «редактирования». Сами же «принципы редактирования» не меняются. Поправки при этом «редактировании» — мутации. Среди них может оказаться и случайно полезная, вызывающая признак, который способствует выживанию, а значит, в дальнейшем и появлению нового вида. Но в основном, по теории вероятности, этот метод «слепого тыка» чаще приводит к мутациям нейтральным, бесполезным, а еще чаще и прямо вредным, подлежащим уничтожению в процессе естественного отбора.

Это значит, что условия жизни могут резко измениться, а вид будет терпеливо дожидаться, пока в его генах случайно произойдет мутация, которая приспособит его к новой жизни. Ясно, что эволюция с помощью только мутаций и отбора — вещь мучительно медленная и трудная. Такая эволюция происходила и происходит у бактерий, весьма вероятных кандидатов в наши далекие предки. Под микроскопом в чашечках с питательным раствором ученые вызывают мутации у этих мельчайших организмов и выводят новые разновидности — штаммы бактерий. Меняется ген — меняется признак. Все просто и быстро. И все же миллиарды лет эволюции бактерий не изменили их принципиально, современные бактерии — это очень правдоподобные модели наших самых отдаленных предков.

Но где-то еще в первой половине докембрия появился «третий этаж»-уровень организации живого. Простые клетки типа бактерий, сине-зеленых водорослей объединяются в единое целое, образуя сложные, ядерные клетки. Предклетки, ставшие органеллами сложных клеток, знают разделение труда. Генная запись в настоящих клетках, в амебах, например, намного сложнее, чем в бактериях. В ней записано все новое сложное устройство организма. Запись эта — запись всех мутаций, которые произошли и не были отброшены отбором во всех предках нового организма. В геномной записи — сама история. Но это история, которая в большой мере определяет будущее развитие потомков организма.

Каждая следующая мутация, физико-химическое изменение нуклеиновой молекулы так меняет свойства самой этой молекулы, что дальнейшие поправки в генах возможны уже не любые и не где придется. Нуклеиновая молекула — это сложная система, в нее что-нибудь новое встроить можно только там, где это позволяют расположения и валентности соседних химических групп. Значит, на самом «первом этаже» среди мутаций происходит что-то вроде первичного физико-химического отбора. И отбора строгого: образуется как бы несколько направлений, коридоров, по которым возможны еще геномные изменения. Это значит, что уже на «первых этажах» организации признаки организму предлагаются не любые и не бесконечное число, ему предлагаются в некотором количестве заранее определенные варианты. (Забегая вперед: на всех других «этажах» ограничения еще более жесткие.)

Замечательный российский ботаник Н. И. Вавилов объездил весь мир, изучая культурные злаки и их предков — злаки дикорастущие. Работа имела большое народнохозяйственное значение: нужно было найти такие зерновые, которые давали бы максимальный урожай на тех или иных почвах, в тех или других климатах нашей огромной страны. Вавилов открыл, что всяких разновидностей, скажем, пшениц — не бесконечное разнообразие, а определенный ряд вариантов: с усиками-остями и безостые, короткостебельные и длинностебельные и т.д. Но когда мы переходим к другому злаку, скажем к ячменю, то и у него мы видим те же самые ряды. Ко ржи — опять то же самое. Причем аналогичные (а правильной сказать — гомологичные) признаки у разных злаков так схожи, что неспециалист скорее примет за один вид рожь и ячмень с одинаковыми признаками, чем разновидности внутри одного вида. Начертив таблицу гомологических рядов злаков, Вавилов обнаружил там «пустые клетки», как когда-то Менделеев в своей таблице элементов. И как в свое время Менделеев, Вавилов смело предположил, что «пустые клетки» должны быть заполнены еще не открытыми разновидностями растений, которые обязательно должны где-то на Земле обитать. И он нашел эти предсказанные разновидности, некоторые из них были очень ценными для сельского хозяйства. Гомологические ряды Вавилова (подобные ряды были обнаружены и среди древнейших раковинных одноклеточных животных кембрийского периода, и во многих других группах организмов) хорошо показывают, что задолго до того, как начнет свое беспощадное действие естественный

отбор, в организмах на «первых этажах» их организации достаточно строгий отбор вариантов уже произведен. Прошлое действительно определяет отчасти будущее, пути эволюции.

Мой друг и известном смысле учитель, рано умерший замечательный палеонтолог и философ Сергей Мейен как-то сказал мне:

«Естественный отбор отбирает не так, как пропускает макаронная машина вязкое тесто, а скорее так, как мы отбираем в магазине вполне готовые и даже упакованные товары».

И это благодаря сложной иерархии «этажей» — уровней развития живого.

БИОВРЕМЯ, ГЕОВРЕМЯ...

Непростая механика эволюции становится еще более сложной, когда появляется «четвертый этаж» - уровень организации живого. Одноклеточные организмы, до того борющиеся друг с другом за место под солнцем и за лакомый кусок, оказываются в недрах одного многоклеточного организма, где они вынуждены сотрудничать, помогать друг другу и всему организму в целом. Каждый многоклеточный организм в своем индивидуальном развитии проходит снова путь от одноклеточности к многоклеточности, путь не простой, состоящий из множества операций, совершаемых удивительно вовремя, как бы по некоей команде.

Ученые знают, как записаны гены-приказы, как получаются мутации-опечатки, но до сих пор неизвестно, как в клетках, в организмах записано биологическое время, где та запись, которая определяет, что человеку жить менее века, а собаке — около 15 лет, а бабочке — столько-то дней. Где запись, которая приказывает, чтобы у мальчика в 15 лет начали расти усы, а у петушка в определенном цыплящем возрасте — гребешок, а у раннего зародыша того и другого — жабры, которые потом исчезают. Ты знаешь, конечно, в общем-то симпатичный мультфильм, где художник нарисовал маленького львенка... с гривой. Это очень грубая биологическая ошибка, нелепость, вроде пятилетнего ребенка с запорожскими усами.

Похоже, будто «кто-то» пробегает по всему геному растущего организма и проверяет, работает ли все еще вот эта группа генов (порой как будто и не нужных уже), а эта ?.. А эта ?..

Почему так происходит? Может быть, строить организм настолько сложно, что природа может идти только одним, уже когда-то пройденным путем? И, не сделав жабр, она не могла бы перейти к следующей операции?.. Зародыш просто влачится без особого смысла по раз и навсегда проторенной когда-то дорожке.

Ученые давно пытались проверить, так ли это. В конце прошлого века один биолог удалил хрусталик глаза подрастающего тритона. Тритон славится тем, что умеет отращивать себе заново разные отрезанные части тела. Регенерация! Так вот, в процессе обычного зародышевого развития хрусталик глаза у тритона (и у нас, людей, тоже) образуется в определенный момент из клеток кожного покрова. Тритон с удаленным хрусталиком восстанавливает повреждение. Но хрусталик глаза, главное рабочее свойство которого — прозрачность, в этом случае вырастает не из кожи тритона, а из радужной оболочки поврежденного глаза!

А главное рабочее свойство радужной оболочки — как раз непрозрачность. Это шторка, диафрагмирующая зрачок-объектив. Как же может шторка стать линзой? В фототехнике, конечно, не может, а в глазу тритона — пожалуйста! Как по команде, на место события является множество лейкоцитов — белых клеток крови, несущих в наших телах функцию охраны порядка. Лейкоциты набрасываются на частицы пигмента, красителя, окрашивающего глаз в тот или иной цвет, и уносят этот пигмент куда-то в своих студенистых телах. Прилегающие к вырезанному хрусталику участки радужной оболочки светлеют, осветленная ткань затягивает поврежденное место сплошной пленкой, из которой и образуется — уже обычным, дедовским способом — новый зрачок. Похоже на то, что организм может и заменять строительный материал, и в принципе обходиться, если это очень уж нужно, без рабского копирования всего прошлого генеалогического древа. Большинство стадий эволюционного развития, кстати, действительно исчезает из онтогенеза.

Так что если присмотреться, то и нет никакого рабского копирования. Зародыш повторяет лишь некоторые (не все) стадии развития предков, причем не всегда в точной последовательности и вовсе не синхронно. То есть никогда в яйце цыпленка ты не найдешь маленькой рыбки. В тот самый момент, когда у зародыша есть «жабры», одни его органы уже обогнали в развитии «рыбий» этап, а другие еще не доросли до него.

А если так, то почему все живое давным-давно не научилось выращивать взрослых существ попроще, вовсе минуя странные стадии, напоминающие далекие геологические эпохи?

Это зачем-то нужно! Нужна память далекого прошлого, нужно «проигрывание» этой памяти в ходе индивидуального зародышевого развития. Нужно потому, что это запас готовых инженерных решений, которые могут пригодиться в долгой эстафете эволюции. Ведь чем сложнее организм, тем труднее ему проявлять в признаках происходящие на «первых этажах» организации химико-физические изменения — мутации. И даже если изменение в гене пробилось через «этажи» организации к новому свойству, признаку организма, то, скорее всего, этот новый признак будет уродством, а не полезным приобретением.

Помнишь, мы говорили об эволюции эволюции. Возможно, чем дальше развивается жизнь, тем менее прямое значение приобретают абсолютные новшества, мутации и все большую роль играет перебор в новых сочетаниях накопленных и готовых вариантов, создание новых конструкций из «стандартных узлов». Может быть, эмбриональное повторение прошлых стадий эволюции и есть этот перебор. Земноводные животные произошли от рыб. Между этими классами животных есть важнейшие отличия. Например, в устройстве кожных покровов. Рыбы покрыты чешуей, амфибии — голой слизистой кожей, пронизанной порами, кровеносными сосудами, богатой железам. Уже давно ученые догадывались, что кожа земноводных очень напоминает кожу рыбной личинки. Российский биолог Б.С. Матвеев выдвинул в тридцатых годах предположение, что для образования такого важного органа, как дышащая влажная кожа земноводного, не нужно было ни какой-то таинственной сверхмутации всего организма, ни, может быть, долгого пути «обратного развития» кожного покрова. Достаточно было отсечь в ходе индивидуального развития рыбы конечную стадию образования чешуи — и готовое «инженерное решение» было найдено.

Да, у природы есть нечто вроде интуиции — пока таинственное, то есть еще ждущее настоящего объяснения свойство предвидения. Эта интуиция, предвидение будущего, как и интуиция ученого, заложена в богатом прошлом опыте, в опыте всех предшествующих поколений в большом, предусмотрительно прибереженном запасе, архиве уже отработанных вариантов. Как человек оперирует не мелкими бытовыми подробностями, когда пытается заглянуть в будущее, так и природа, экономя время эволюции, оперирует не мелкими незначительными изменениями (как думали дарвинисты вначале) и не редкими внезапными мутационными перестройками. Эволюционное будущее (не самое далекое, конечно) в значительной мере предопределено, оно, как и прошлое, находится внутри живых организмов, оно заключено во всей цепи их зародышевого развития.

Многие ученые, например российские биологи Северцов и Шмальгаузен, говорили об эволюции онтогенезов, то есть о том, что в эволюции «единицей измерения» следует считать не организм, не вид, не популяцию, а тип индивидуального развития от зарождения до смерти. [Популяция — сообщество организмов одного вида, в котором все самки и самцы имеют возможность соединяться для продолжения рода, то есть это сообщество с единым генным фондом.]

Онтогенез можно представить себе в виде длинной «колбасы», причем ось этой «колбасы» — время жизни организма, биовремя, а каждый «плоский срез» — это состояние организма в тот или иной момент жизни. Ясно, «колбаса» эта тонкая в начале (организм маленький) и утолщается к концу. Внутри этой «колбасы» можно заметить то утолщающиеся, то сходящиеся на нет вытянутые вдоль оси времени нити волокна — это признаки организма, в разных временных срезах они имеют разную толщину, по-разному развиты в разные периоды жизни. Все срезы этой «колбасы» равноправны. И червеобразный зародыш с жаберными щелями — это человек, и беспомощный грудной младенец, и полный сил мужчина (женщина), и дряхлый старец. Вся или почти вся «колбаса» записана в генах, как бы существует заранее, поэтому однояйцовые (то есть происходящие из одной зародышевой клетки) близнецы будут похожи друг на друга на всех этапах своей жизни.

Вся эта «колбаса» в целом и эволюционирует, то есть движется в другом, геологическом времени, в чередующихся поколениях... На нее действуют мутации, некоторые из этих «опечаток» в генной записи, становясь признаками, а потому подпадая под действие естественного отбора, оказываются не опечатками, а редакторскими поправками, улучшающими текст. Тут очень важно понять: мутация, новая генная структура, реализуется не в признаке вообще, а в свойстве организма, проявляющемся в той или иной степени, в том или ином возрасте. На какой именно возраст падает максимальное действие мутации, зависит от таинственного и еще не раскрытого фактора, который управляет биовременем, приводит в действие в определенный момент те или иные гены.

Мутацию, меняющую форму плода у растения, мы можем и не заметить, если выращиваем растение только на цветы. Какая-то мутация может способствовать длительному хранению плодов, то есть проявиться в самом конце жизненного цикла. В природе такая мутация может пройти бесследно, существовать незаметно у какого-то ничтожного процента диких растений — и это будет скрытая мутация. Но человек может заметить ее и путем селекции выделить растение с важным для него свойством. Мутация

может вызвать пушистость меха у взрослого животного. Если дело происходит в холодные времена и в полярных странах, естественный отбор не только постарается закрепить новый признак, но и сдвинет его в биовремени — онтогенезе организма — на возможно более ранние стадии, чтобы сохранить от замерзания и детенышей. Если мутация вредна, естественный отбор постарается сдвинуть ее проявление в признаке на самый конец жизни. Может быть, именно поэтому в старости чаще всего проявляется наследственная предрасположенность к болезням.

Может измениться запись признака для очень ранней стадии — детской или даже зародышевой. Такое изменение влияет на всю последующую жизнь и может сильно изменить весь тип организма. Поэтому ранняя мутация, если она хоть немного не встраивается в существующую систему организма, либо отсекается отбором (детская смертность и гибель зародышей во много раз превышает смертность среди взрослых, зрелых существ), либо регулируется в ходе зародышевого развития — мутантный признак нередко компенсируется или затушевывается изменениями в развивающихся рядом тканях и органах.

Вредных мутаций большинство, но могут быть и безвредные и даже полезные. Ранняя мутация, резко перестроив организм, может дать что-то вроде скачка в эволюционной истории...

Но таких мутаций — чем выше уровень развития животного или растения — становится все меньше. Опять эволюция эволюции! Раз большинство мутаций вредные, жизнь ищет способы бороться с ними. В клетках появляются особые механизмы починки поврежденных генных записей, мутацию можно перевести в разряд скрытых, прикрепив к ней особый ген-подавитель, который не дает ей проявить свои зловещие возможности в нежелательном признаке. Многие мутации, изменения в генах, не обязательно вызывают нежелательный признак, а только изредка, у некоторой части потомства. Тогда вид в целом не пострадает. Гены с таким уступающим, лишь изредка выявляемым действием называют рецессивными (в противоположность доминантным).

Итак, эволюция может идти за счет внутренних изменений в самой «колбасе-онтогенезе». Одна часть «колбасы» может постепенно очень сильно вытянуться (неотения, растянутая юность!), другая, наоборот, сократиться, уйти в эмбриональный запас (стадия жаберных щелей у человеческого зародыша). Могут перемещаться из конца в конец «колбасы» отдельные возрастные признаки...

И значит, нет ничего удивительного, если по некоторому признаку онтогенез отразит эволюцию предков животного, а по какому-то не отразит. И даже наоборот, древний, забытый вроде бы признак сдвигается из зародышевой на зрелую стадию. Но первых случаев больше — ведь чем древнее признак, тем все-таки труднее его применить в новых условиях.

Каждый из нас несет в себе прошлое. И несет не как памятный подарок, а как полезный и необходимый багаж на долгом пути эволюции. Почти все, что еще может понадобиться для новых волшебных превращений, есть в этом багаже. Значит, каждый из нас, жителей Земли, несет в себе не только свое прошлое, но и свое будущее.

ЗЕМЛЯ В ДОКЕМБРИИ

Жизнь явилась и сделала несколько шагов. Но это не значит, что планета стала похожа на современную. На докембрийской Земле мы бы сразу погибли.

Сначала не было свободного кислорода. Самые первые бактерии и водоросли, возможно, обходились без процесса дыхания, необходимая для жизнедеятельности энергия добывалась иначе — например, с помощью брожения.

Сине-зеленые водоросли, строя рифы в океанах, уже выделяли кислород, он накапливался в воде. Кислород был сильнейшим ядом для многих древних существ, но он ускорил эволюцию для тех, кто сумел перейти на кислородное дыхание. Им дышали первые многоклеточные животные в океане, но в атмосфере его по-прежнему почти не было. Горные породы еще молодой, «неокисленной» Земли жадно поглощали его, окисляясь. Главный газ атмосферы был углекислый, как на современной Венере. Те же сине-зеленые, еще когда только научились строить рифы, стали удалять углекислоту из воды (а значит, и из атмосферы), связывать ее в известковых коллективных скелетах. Говорят, если выделить весь углекислый газ, скрыто содержащийся во всех ископаемых известняках, земная атмосфера увеличится в десятки раз и станет почти полностью углекислой, вернется к первобытному, венерианскому типу.

Но выделение кислорода и поглощение углекислоты шло очень медленно. Прошли миллиарды лет с зарождения жизни, а содержание кислорода в атмосфере к началу второй половины рифея (миллиард лет назад) достигло, как считают некоторые, только одного процента (сейчас 21%). Внешне Земля мало отличалась от той безжизненной планеты, на которой возникли первые «живые» молекулы. Суша была голая, пустынная. Зато в океане...

ВТОРАЯ РАЗДАЧА СКЕЛЕТОВ

Шестьсот миллионов лет назад на рубеже огромной докембрийской эпохи и кембрия по всей Земле в океанах как-то вдруг разом появились тысячи уже вполне развитых, эволюционно приспособленных, различного специализированных организмов. Как будто Земля была внезапно заселена извне... И было время, когда «кембрийское нашествие» организмов использовалось противниками эволюционного учения: вполне готовая высокоорганизованная жизнь, говорили некоторые ученые, появилась сразу, а не развивалась путем медленных преобразований.

Это были археоциаты — малопонятные, многочисленные в кембрии, но вскоре без остатка вымершие животные, строившие коллективные скелеты-риффы, наподобие современных кораллов; фораминиферы — одноклеточные существа с красивыми, разнообразной формы раковинками, живущие до сих пор. Королями кембрийского моря были трилобиты — мелкие и крупные, подвижные, защищенные панцирем членистоногие хищники, родичи более поздних раков и скорпионов. Внешне на них похожи нынешние мокрицы.

Среди остатков животных, появившихся во время «кембрийской революции», напрасно искать наших предков — хордовых, хотя они, несомненно, уже жили в морях. Правда, получили скелет и губки — их можно считать формой, близкой к первым многоклеточным. Но губки уже существовали к этому времени, может быть, не меньше миллиарда лет, это была новость «с бородой». В чуть более молодых слоях палеонтологи находят граптолиты — причудливые колонии животных, явно близких к нашему полухордовому современнику, исследованному А. О. Ковалевским, — баляноглоссу. Но и полухордовые «пропечатываются» в книге эпох гораздо позже тех времен, когда они давали начало хордовым нашим предкам. То же можно сказать и о первичнохордовых — оболочниках, которые так и не получили скелета, но все-таки порой их отпечатки в окаменевших илах древних морей попадают на глаза палеонтологам. Но все это позже. На границе же кембрия и докембрия наши прямые ланцетникоподобные, видимо, предки оставались палеонтологическими невидимками.

«Нашествие скелетов» — так можно было бы назвать внезапное, почти одновременное появление по всей Земле множества животных, обладающих хорошо сохраняющимся в земле скелетом. Кончилась длинная эпоха жизни тайной — криптозой, начался фанерозой — эпоха жизни явной. Порог между криптозой и фанерозой (сейчас этот период называют вендом, и фанерозой начинают с него) довольно резкий, его обычно приводят в качестве примера, когда говорят, что, кроме долгих постепенных изменений, в истории жизни бывали и своего рода революции — изменения относительно «внезапные», затрагивающие сразу множество животных.

Почему так бывает? Почему скелет понадобился разом и одноклеточным фораминиферам, и сложным, видимо уже плавающим и ползающим предкам трилобитов, и всем другим?

Помнишь, я рассказывал тебе о старом ученом, многие годы изучавшем морозные кристаллы на стекле и пытавшемся понять, почему эти узоры так похожи на настоящие растения. Скорее всего, физико-химические законы кристаллообразования, которые были такими важными при зарождении жизни, могут широко и могуче вмешиваться в самый ход уже начавшейся и далеко ушедшей эволюции живого...

Кристаллы выпадают из насыщенного раствора. Океан насыщен малорастворимой известью — углекислым кальцием CaCO_3 . Насыщен настолько, что в теплых мелководьях тропиков кое-где известь сама осаждается из воды. Получаются очень красивые белоснежные отмели из оолитового, известкового песка.

Один американский ученый высчитал, что с момента зарождения первых сине-зеленых водорослей, выделяющих кислород, атмосфера Земли менялась очень медленно. Мы говорили: с начала позднего рифея, то есть в последний миллиард лет, его содержание в земной атмосфере стало исчисляться процентами. Подсчитано, что с «точки Пастера», то есть с 1-процентного содержания кислорода в воздухе, многое в древнем мире стало необратимо меняться. Появилось кислородное дыхание, что резко ускорило развитие крупных многоклеточных организмов. Вода в океанах из чуть кислой, какой она была до достижения точки

Пастера, стала чуть щелочной. Морские организмы — самые разные — оказались перед общей проблемой. Образующийся в их телах в процессе обмена углекислый кальций, известь и другие минеральные выделения стало трудно удалять: труднорастворимые соли в щелочной среде тут же норовят кристаллизоваться.

К началу фанерозоя созрели условия для выбора — жить по-старому становилось невозможно. Мы не знаем, сколько животных вымерло, так и не справившись с этой проблемой. Возможно, это было самое грандиозное вымирание в истории Земли (о других эпохах вымирания мы еще будем говорить). Свидетельство тому — бедность кембрийских отложений видами и родами (при общем обилии скелетных останков). Но вымиравшие жители эпохи криптозооя чаще не оставляли своих автографов в книге эпох. Перед живым миром было два выхода.

Первый: изменить обмен веществ так, чтобы вокруг тела не возникало «душегубки» из извести. Те животные, которые пошли по этому пути, остались мягкотелыми.

Второй путь: «душегубку» превратить во что-то полезное — в домик, панцирь, в опору для мягких частей тела.

И вот самые разные виды, роды, классы животных научились, подобно сине-зеленым водорослям, использовать новшество, строить из выделяющейся извести скелеты, которые могли хорошо служить и для защиты, и для нападения. Так, думают некоторые ученые, и наступил фанерозой — эра жизни явной. Но наступил не для всех животных. Фанерозой, эра скелетной жизни, для наших позвоночных предков наступил не в начале кембрия, а уже в следующей геологической эпохе — в ордовике.

ЧАСТЬ ВТОРАЯ. ЖИЗНЬ ЯВНАЯ

ГЛАВА ПЯТАЯ,

в которой мы впервые знакомимся с ископаемыми предками, пытаемся понять, откуда в силурийском море взялась мода на панцири, и размышляем над параллелями эволюции.

ГЛАВА ШЕСТАЯ,

в которой наши предки уже твердо стоят на своих четырех, выясняют родственные связи и к чему-то прислушиваются.

ГЛАВА СЕДЬМАЯ,

из которой становится, ясно, как трудно стать зверем и как это необходимо, если хочешь стать человеком.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ,

в которой продолжается разговор о выгодах и невыгодах хорошей приспособленности к жизни, в которой еж и крот оказываются нашими прадедушками, а братья по отряду, обезьяны, достигают конечной станции.

ГЛАВА ПЯТАЯ

в которой мы впервые знакомимся с ископаемыми предками, пытаемся понять, откуда в силурийском море взялась мода на панцири, и размышляем над параллелями эволюции

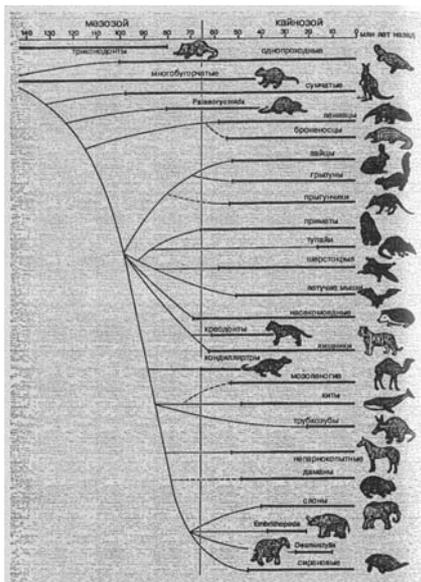


Рис. Древо млекопитающих.

«Древо» млекопитающих по М. Новачеку. До них еще не близко, но путь жизни явной лежит туда... Самые первые звери — вымершие еще в эру динозавров триконодонты, очень еще похожие на звероящеров цинодонтов... Следующие — однопроходные утконос и ехидна, которых некоторые биологи считают дожившими до наших дней звероящерами. Обратите внимание на ближайших соседей по древу, то есть родичей приматов. Это тупайи, которые здесь выделены в отдельный отряд, но у других биологов все еще числятся насекомоядными. Это летучие мыши. И шерстокрылы.

ТРЕТЬЯ РАЗДАЧА СКЕЛЕТОВ

«Когда мы смотрим на миногу, то как бы через мглу видим древних позвоночных, которые жили почти полмиллиарда лет назад».

Так писал недавно один зарубежный биолог в своей книге о происхождении позвоночных животных.

Жареные миноги иногда продаются в рыбных магазинах. Может быть, поэтому их так и считают многими рыбами, только какими-то странными.

«Это можно есть?» — с удивлением спросила меня одна старушка, увидев, что я беру целый килограмм.

Миноги вкусные. Но они не рыбы. И на прочих позвоночных они не похожи: позвоночника, позвонков у них нет. Еще нет! Но в каком месте длинного змеевидного тела ты ни разрежешь миногу, ты увидишь на срезе светлую точку. Это спинная хрящеватая струна — хорда, предшественник позвоночника. Миноги — «живые ископаемые», родичи допозвоночных хордовых наших предков. Личинка миноги — пескоройка, внешне поразительно не похожая на взрослое животное и образом жизни, и строением тела, зато и тем и другим она очень напоминает ланцетника-амфиокса.

Систематики называют миксин, миног — единственных сохранившихся на Земле представителей своего класса, а также всю их вымершую когда-то многочисленную родню — агнаты, что значит в переводе с латыни «бесчелюстные». Среди агнат где-то в ордовике (480 миллионов лет назад) нужно искать следующего нашего предка.

Миноги — страшно древние животные, но уцелели, не вымерли потому, что приспособились к несамостоятельному, паразитическому существованию. Подобно пиявкам присасываются они к своим потомкам, настоящим рыбам. Потому и говорят, что, глядя на миног, мы видим предка, но видим как бы через мглу веков...

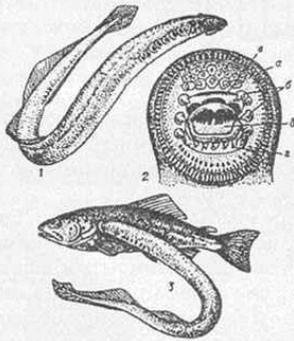
Да, у агнат еще не было челюстей, умеющих хватать и жевать. Но у самых древних из них были зубы — первые предвестники будущего костного скелета позвоночных. С этих-то зубов и начинается «письменная», то есть занесенная в палеонтологическую летопись древних окаменелостей, история наших предков. Эти зубы попались на глаза в 1889 году геологу Рогону в древнем раннеордовикском песчанике Прибалтики. Изучая эти зубы, ученые пришли к странному на первый взгляд, а в самом деле единственно правильному мнению. Эти зубы не выпали изо рта их владельца — палеодуса. Зубов во рту бесчелюстных не было.

Зубами была покрыта... кожа животного!

Беззубый палеодус обладал «зубастой внешностью». Для чего это было ему нужно? Ученые предполагают — для защиты, примерно как иглы ежа нужны ему, чтобы сделаться неуязвимым. Кто же преследовал в воде нашего ордовикского прапрадедушку? Нашлись в тех же окаменевших пластах и они — первые враги нашего рода позвоночных. Это были морские родичи нынешних сухопутных скорпионов — ракоскорпионы.

Но, как мы знаем, сказать, для чего служило то или иное приспособление, вовсе не означает, что мы нашли причину, почему оно появилось. Может быть, для бесскелетных наших предков — палеонтологических невидимок — именно в ордовике с запозданием наступила та эпоха «раздачи скелетов», которая для всех остальных животных, владельцев скелетов, наступила в начале кембрия. Какая-нибудь очередная химическая революция в океане привела к кристаллизации малорастворимых веществ прямо на поверхности тела предрыбы-агнаты, и ей волей-неволей пришлось сделать «хорошую мину при плохой игре» — превратить неприятность в эволюционное приспособление. Так в истории живого вопрос «почему?» превращается в вопрос «для чего?».

«Когда мы смотрим на миногу, то как бы через мглу видим древних позвоночных, которые жили почти полмиллиарда лет назад». Так пишет о сохранившихся до наших дней безчелюстных позвоночных без позвонков современный палеонтолог. Миксины и миноги ныне ведут специфическую жизнь паразитов, пиявок (на рисунке тихоокеанская минога, присосавшаяся к форели и ее ротовая воронка, устройство для паразитического образа жизни), что позволило им как бы чудом сохраниться, но это, действительно, почти точный портрет наших первых позвоночных предков. Миксина так владеет своим эволюционным приспособлением, что — видимо, единственная из всех



позвоночных — может завязываться узлом и, перемещая узел по своему удлинённому (до 1 метра) телу, способна освободиться даже от цепкого захвата своего прямого настырного потом-

Рис. Миксины и миноги

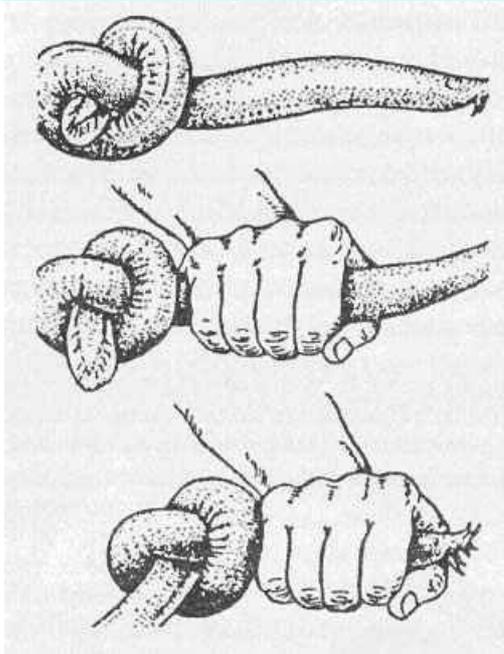


Рис. Минога освобождается

ЗАКОВАННЫЕ В БРОНЮ

Агнаты развивались, становились все более похожими на своих потомков — рыб. И на этом пути они должны были пройти через очень важное превращение. В силуре — следующей за ордовиком эпохе — кожные зубы многих агнат начинают становиться плоскими у основания, разрастаются и срастаются...

И вот уже плавают по силурийским морям странные животные, спереди наполовину, подобно ракам, закованные в сплошной панцирь, похожие на тяжело вооруженных рыцарей средних веков.

Эпоха тяжелых панцирей растянулась на весь силур, захватила и девон, следующую за силуром эпоху. Панцирем были вооружены и первые настоящие, зубастые рыбы.

Такая была странная мода в палеозойском море и пресных водах материков.

И может быть, если бы не эта мода, не сделать бы позвоночным потомкам агнат таких гигантских шагов в развитии, не взлететь им в небо трижды в виде летающих ящеров, птиц и летучих мышей, не завоевать им сушу и еще раз окончательно океан...

У агнат скелет был внешним — как у раков, моллюсков, насекомых. Но и внутри намечались уже хрящеватые зачатки костей будущего скелета. Мякотелая, целиком съедобная минога, эта живая колбаса, имеет что-то вроде хрящеватого черепа и хрящевого же скелета жабр. И вот — панцирь. Для чего?

«Панцирь — это панцирь, — говорили и говорят по сей день большинство зарубежных и российских палеонтологов — специалистов по агнатам. — Защита. Броня. От кого защита? От тех же ракоскорпионов. Видно, одних кожных зубов мало было для спасения от хищников».

Может быть... Но странная это защита: голова в броне, а хвост-то голый, в чешуе только, откусить его хищнику ничего не стоило.

«Не панцирь, а скафандр!» — говорили некоторые ученые.

Крупнейшим российским ихтиологом (специалистом по рыбам) был академик Л. С. Берг. Он считал, что агнаты впервые появились в пресной воде, в озерах. Постепенно им там стало тесно, а может быть, в силуре была какая-то грандиозная всепланетная засуха — озера повысыхали. В общем, в море стали агнаты переходить, а такая перемена — тяжелое испытание и для современных рыб.

Агнаты приспособились — срастили над большей частью тела кожные зубы в сплошной скафандр, который защищал тело от вторжения солей. Лишь постепенно агнаты выработали в себе внутреннюю систему влагообмена — такую, чтоб соль из моря не проникала внутрь тела. Ну а тогда и нужда в панцирях отпала.

Были и другие объяснения «моды на панцири». Но в науке об эволюции самую большую ценность имеют те гипотезы и теории, которые не только объясняют, как получилось то или иное приспособление, но и позволяют понять всю дальнейшую «карьеру» потомков существ, почему-то пристрастных к этому приспособлению.

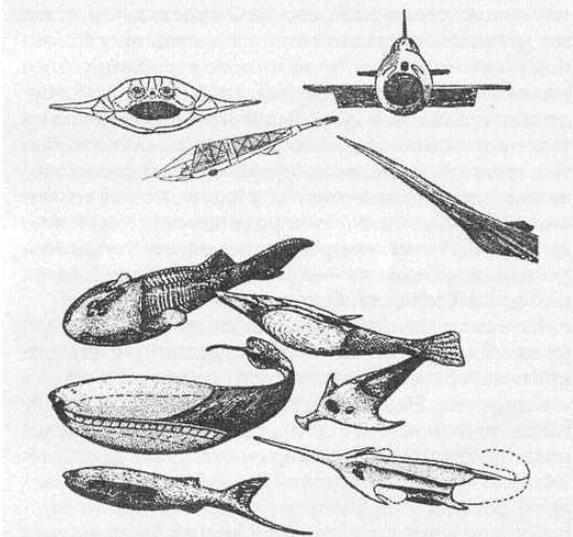
А потому, может быть, лучшим объяснением моды на панцири можно считать гипотезу известного российского палеонтолога В. Н. Яковлева.

На первый взгляд панцирь мешал предрыбам плавать — тяжелый, негибкий. А Яковлев доказал, что это не так.

Наоборот! Панцирь был нужен, чтобы агнаты, которые были тяжелее воды, могли оторваться со дна, «воспарить» в толще воды. Кожнозубые ордовикские агнаты, судя по всему, рылись в дне, как ланцетник, и не могли надолго «взлетать» к поверхности. А панцирные их потомки — «взлетели»!

Панцирь играл ту же роль, что в истории авиации несущая плоскость, крыло! И правда, если присмотреться повнимательней к панцирным агнатам и особенно если рядом нарисовать в таком же повороте разные самолеты из истории авиации, сходство будет поразительным. Костяной чехол на передней части рыбы сплюснен, его «углы» с боков вытянуты в стороны, как крылья. Да это и впрямь крылья! Короче, конечно, чем у самолетов, но ведь и вода куда более плотная опора, чем воздух!

В советские времена были такие замечательные радиопередачи писателя Майлена Константиновского — КОАПП. Под председательством Кашалота разные звери проводили свои заседания, выясняя, какие у них есть замечательные природные приспособления и как Человек этими изобретениями пользуется в своей науке и технике. В радиопередаче все можно — и зря глубокоуважаемый Кашалот не вызвал на очередное заседание давно вымерших панцирных агнат, которые когда-то в силуре и девоне шли тем же путем, что и авиация в нашем столетии.



Скелет у наших предков безчелюстных позвоночных появился на поверхности тела, сначала в виде «зубов», потом панцирей. По гипотезе российского палеонтолога В.Н. Яковлева главная роль панцирей (и причина их причудливых форм) заключалась в их гидродинамических свойствах. Эволюция панцирей этих тяжелых созданий была потом повторена эволюцией самолетов.

Рис. Свойства скелетов

Есть в авиации такой термин «удлинение крыла». Это отношение размаха крыльев к их площади. Чем больше это отношение, тем на меньшей скорости может оторваться от Земли самолет. У современной акулы, которую так и хочется назвать морским «истребителем-перехватчиком», это отношение равно 0,3. У панцирных предков-агнат, похожих на неуклюжие самолеты первой мировой войны, удлинение крыла вчетверо больше. И у самолетов соответствующих марок примерно такое же соотношение.

Наши панцирные предки и самолеты начинали с одного и того же. Нужно оторваться от дна, а мощности «двигателя» — мышц не хватало. Моторы были когда-то

слишком тяжелы при тех «лошадиных силах», которые были нужны для подъема в воздух. И мышцы в силуре были очень недавним, а значит, несовершенным изобретением. Значит, и там и там — низкая скорость. Низкая скорость — не нужно обтекаемых, «зализанных» форм. И первые самолеты, и панцирные агнаты поэтому очень неуклюжих очертаний.

Глаза панцирной предрыбы смотрят вверх. Это значит, она лежала на дне и выжидала добычу наверху. «Взлетев», поймав что-то вечно открытым, еще не закрывающимся ртом, она снова ложилась на дно-аэродром. Для «взлета» и «посадки» ей нужна была небольшая площадка, но, попав в водоросли и перевернувшись случайно на спину, она оказывалась абсолютно беспомощной и погибала. Надо сказать, самолеты и сейчас еще не вышли из этой несовершенной стадии развития: а ну-ка представь себе самолет, перевернутый «на спину» или попавший в частокол аэростатов на тросах...

Вот типичный портрет панцирной агнаты. Выпуклая, провисающая нижняя, брюшная сторона тела, более плоская верхняя, спинная. Лопasti хвоста — неравные. Нижняя лопасть — большая! Как бы акулий или современный самолетный с обратным знаком. Центр тяжести — впереди. Специалист по авиации про тело такого профиля скажет: идеально устойчивый, но примитивный летательный аппарат... Без всякого двигателя и без летчика планер такого профиля полетит сам вперед и вниз и совершит плавную посадку... При самом слабом подталкивании двигателем тело такого профиля быстро наберет высоту — у него высокий «угол атаки».

У первых панцирных агнат не было плавников — «горизонтальных рулей». Они, как самые примитивные самолеты, «взлетали» или «приземлялись», только изменяя скорость. «Рыба» не могла устремиться, спикировать вниз, она могла только лечь на брюхо, перестав шевелить движителем-хвостом.

Девон, век рыб, еще не наступил. Может быть, в ордовике, а может быть, еще раньше одна из групп бесчелюстных — агнат — претерпела удивительные превращения...

Превращения эти «вычислены» в 1916 году выдающимся русским биологом А.Н. Северцовым по материалам сравнения ныне живущих агнат — миног с обычными челюстноротыми рыбами и подтверждены шведским палеонтологом Эриком Стенше в 1927 и американским палеонтологом А. Ш. Ромером в 1945 году. У самых древних агнат, еще очень, видимо, похожих образом жизни и строением тела на ланцетника, было 17 жаберных отверстий и хрящевых жаберных дуг. У всех агнат число этих отверстий и дуг с ходом эволюции медленно уменьшалось. У миног их осталось пятнадцать, а у открытых Стенше «костноголовых» раннедевонских агнат — всего 10-11.

А.Н. Северцов, исследуя развитие личинок обычных челюстноротых рыб, «вычислил», что и у их предков было 17 жаберных дуг и щелей. Знакомое число: столько жаберных щелей и по сей день у ланцетника! Это значит, что общий предок миног и карасей (и наш тоже!) был еще очень примитивной агнатой, ушедшей в своем развитии от ланцетникообразного предка еще не очень далеко.

Так или иначе, у той агнаты, о которой идет речь, «лишние» жаберные дуги стали не просто сходить на нет, а начали превращаться в нечто новое. Первая и вторая из хрящевых жаберных дуг агнаты сильно уменьшились в размерах и сдвинулись вперед, наметив уголки будущего рта (эти губные хрящи и сейчас еще можно найти у многих современных акул, очень древних, между прочим, животных). Чтобы тебе стало ясно, что произошло с третьей жаберной дугой, придется рассказать, как эти дуги были устроены. Каждая из дуг состояла из четырех хрящевых столбиков, скрепленных чем-то вроде суставчиков. Так вот, самый верхний и самый нижний из этих столбиков третьей дуги совсем исчезли. Зато средние, второй и третий, сильно разрослись, вытянулись вперед, верхний сросся с черепом, образовав верхнюю челюсть, а нижний образовал нижнюю челюсть, а суставчик, их соединявший, стал челюстным суставом!

Вот как «просто». На самом деле история челюсти началась значительно раньше описанных выше событий, тогда, когда и «суставчиков» никаких в третьей жаберной дуге не было, она была просто дугой, как и все другие. И вот на каком-то этапе, вполне прослеженном учеными, эти суставчики именно в третьей дуге все же появляются, как будто предрыба «знает», что в будущем именно этой дуге предназначено стать челюстью, о которой пока, за десятки миллионов лет до события, предрыба — или некто мудрый, управляющий эволюцией по предназначенному плану, может только «мечтать». На что-то в этом роде намекает название, данное в 1911 году этому, часто ставившему в тупик эволюционистов явлению — преадаптация. То есть: задел на будущее, запчасть, приспособление впрок.

На самом деле (как выяснилось не сразу, а после муторных дополнительных исследований) «суставчики» в жаберной дуге появились не «для того, что», а «потому, что». Некоторым предрыбам (не всем), в силу каких-то изменений в среде, стало не хватать кислорода, понадобилось усовершенствовать дыхание. Жабры — орган дыхания, насос, 4 столбика позволяли эффективней прокачивать воду, чем один сплошной хрящ. Потом условия изменились. Два крайних нам, потомкам, не понадобились, и от них пришлось избавляться. А два средних — когда с дыханием как-то наладилось — пошли на создание челюсти.

Так эта челюсть и осталась в эволюции, удачное вышло изобретение. Пощупав свою челюсть и подвижной сустав вблизи ушей, не забудь помянуть добрым словом жаберные дуги далеких предков (хотя, как ты увидишь дальше, челюстной сустав зверей и человека все-таки не тот же самый, что у земноводных, рептилий и птиц). И может быть, тебе станет ясней, зачем закладываются жаберные дуги у раннего зародыша человека. Где бы

были сейчас птицы, пресмыкающиеся, мы, млекопитающие, без челюстей? Нас бы просто не было!

Так, начиная с древних водоплавающих предков, палеонтологи и биологи могут проследить судьбу многих внутренних органов. Почти каждое приспособление в теле человека можно вывести через стадии постепенных изменений, из не похожих внешне и часто для другого предназначенных, но давным-давно приобретенных органов. Такие родственные органы ученые называют гомологичными органами или гомологами.

Гомологию нельзя путать с аналогией. А ведь и аналогии — сходные органы и приспособления, разными способами, из разных участков тела, но как бы параллельно «вылепленные» природой, — существуют и существовали в мире. Разные гомологичные и аналогичные приспособления развиваются сходными способами, целые системы органов, организмы, виды и роды идут параллельно к «цели» всего живущего — совершенству, максимальной приспособленности к определенным условиям жизни. Параллелизм возможен даже между развитием группы животных и какой-нибудь областью техники...

ПАРАЛЛЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ

Итак, в самом начале силура одна из групп агнат приспособила третью свою жаберную дугу для кусания и хватания. Очень может быть, что научившись как следует и тому и другому, первые настоящие, челюстные рыбы обратили свое грозное оружие против предков-агнат, чем и способствовали их почти полному исчезновению еще до конца девона — следующей за силуром геологической эпохи.

Самым удачным «изобретением» челюстных (кроме челюсти, разумеется) были парные плавники — на груди и на брюхе. Первым рыбам они служили горизонтальными рулями (у современных акул они и сейчас неподвижны) и отчасти неподвижными крыльями, как у самолетов.

Сколько поразительных возможностей для дальнейшей эволюции открыло это нехитрое приспособление! Крыло птицы, лапа медведя, копыто лошади, наша рука — все это по-разному преобразованные гомологи парных плавников.

Но и горизонтальные рули, оказывается, изобрели не только наши челюстные предки и не только конструкторы самолетов. Очень долго палеоихтиологов смущало и заставляло путаться то, что в конце силура и в девоне бок о бок жили в океанах и пресных водах панцирные предрыбы-агнаты, а рядом — новая «модель», очень похожие на предков панцирные же челюстные, настоящие рыбы. И те и другие — с рулями-плавниками!

Возможно, агнаты сами, независимо, параллельно «изобрели» парные грудные рули-плоскости. И тем самым продлили свое существование. Значит, челюсть на первых порах была не таким важным преимуществом в конкуренции предрыб и рыб, как новое средство управления!

В конце девона, как только появились уже рыбы с подвижными лопастями-плавниками, вымерли все панцирные обитатели моря — и агнаты и рыбы. Не помогли им ни горизонтальные рули, ни некоторое усовершенствование формы тела, ни даже зубастая челюсть. Панцирь завел предрыб и рыб, как говорят биологи, в эволюционный тупик.

Ну а можно ли в таком случае говорить о «панцирных предках»?

Да, ни одно из ископаемых панцирных чудовищ не выдерживает экзамена на право быть прямым предком челюстноротых позвоночных: рыб, четвероногих, птиц. Все эти «цефаласпиды» и даже похожие на миног беспанцирные анаспиды были двоюродными родичами нашего предка, который жил и развивался параллельно с ними, но незримо для нас, его не нашли в слоях земных, а после девонского периода бесчелюстных там как будто вообще нет — как будто даже нынешние миксины и миноги появились ниоткуда.

Но законы параллельного развития как бы требуют, чтобы мы не рассчитывали на какое-то принципиальное отличие той ветви агнат, которая постепенно превращалась в челюстноротых предков, от прочих. Может быть, таких ветвей было несколько, и тогда несколько предрыб превращались в несколько же рыб... И тогда, не исключено, не далек был от истины выдающийся российский ихтиолог академик Л. С. Берг, рисовавший начало позвоночных в виде не одного корня, а нескольких параллельных линий — куста...

Во всяком случае, многое в последующей истории позвоночных намекает на то, что предок наш не миновал ни стадии «зубастой внешности» типа той, что была у палеодуса, ни, возможно, и какого-то наружного панциря.

Хотя вряд ли по «панцирному пути» наши предки заходили слишком далеко.

Видимо, на стадии бесчелюстной предрыбы в цепи наших предков происходило еще одно важное, хотя и внешне незаметное превращение. Изменились процессы водообмена организма со средой... Ланцетник, оболочник и почти все беспозвоночные моря обладают такой же относительной соленостью своего организма, что и окружающая вода. Организм еще не был по-настоящему автономен, отделен от среды, в которой жил.

Все нынешние позвоночные, начиная с рыб, имеют иное осмотическое давление (давление, возникающее между двумя растворами разной плотности), нежели среда. Резко усовершенствовались на этом этапе развития наших предков процессы обмена веществ между клетками, органами и тканями тела. Ну а на то, что этот важный переход произошел на стадии предрыб, намекает такой факт: у одной из выживших предрыб, миноги, уже есть разница в осмотическом давлении между организмом и средой, а у другой, миксины, еще нет. Очень может быть, что появление внешнего скелета и эта революция в водо- и солеобмене в эволюции наших предков — вещи взаимосвязанные...

ПАРАЛЛЕЛИ ЭВОЛЮЦИИ (ПРОДОЛЖЕНИЕ)

Подметив параллели, ученый может попытаться заняться прогнозом. Акула подобна лучшим современным самолетам. Ее стихия — скорость. Но акула — вовсе не последнее слово эволюции рыб. У костистых рыб есть плавательный пузырь, который лишает их веса в воде! Они свободно парят в воде, могут головой вниз, и задом наперед, и всяко. Акула же непрерывно плывет вперед даже в небольшом бассейне — иначе она утонет, ляжет на дно!

Тогда, может быть, можно, глядя на далеко зашедшую эволюцию рыб, предсказать и дальнейшее развитие авиации? Может быть, завтрашний день авиации — это небольшие (костистые рыбы не достигают размеров больших акул) свободно порхающие летательные аппараты, как-то преодолевающие силу тяжести без бешеных скоростей. Недаром многие инженеры в последние годы выступают за новое возрождение дирижаблей (вертолеты очень уж неэкономичны). Но...

Так ли уж устарели акулы? Их и сейчас полно в океанах, их, между прочим, все боятся! Значит, и этот скоростной вариант эволюции еще себя не исчерпал. А раз так, и в авиации, наверное, после появления легких, бесшумных маневренных летательных аппаратов сохранятся «устарелые» скоростные машины, хотя и много к ним накопилось претензий — гремят, воздух загрязняют.

Значит, глядя на эволюцию рыб, можно предсказать: самолеты еще долго «не вымрут».

Да и не такие уж они примитивные, акулы и их родичи по классу древних хрящевых рыб — скаты. Они тоже не стояли на месте все эти сотни миллионов лет и кое-чего достигли на своем собственном эволюционном пути.

Не хуже каких-нибудь ящериц они научились не метать икру на волю случая и волн, а нести яйца! В прочной роговой скорлупе! А некоторые пошли еще дальше и стали рождать живых детенышей. И их эмбрионы выращиваются в теле матери с помощью особого приспособления, очень похожего на плаценту. Это считается достижением млекопитающих, да и то не всех, а высших, которых так и называют плацентарными. У сумчатых плаценты нет или она недоразвита.

Но и с сумчатыми хрящевых рыб сближают некоторые приспособления, выработанные в их эволюции независимо, параллельно. Самки некоторых скатов придерживают вполне развитых детенышей какое-то время у себя в брюхе, где вскармливают их из особых желез... молоком! Во всяком случае, эта жидкость очень похожа по своему составу на молоко.

Яйца, плацента, молоко... Дальше ты увидишь, как важно было каждое из этих приобретений на столбовом пути эволюции к человеку. И вот, оказывается, какие-то рыбы, да еще к тому же не самые прогрессивные, давным-давно сами, параллельно, изобрели то же самое. В эволюции многие большие события часто происходили по многу раз. Например, раздача скелетов — как ты помнишь, мы присутствовали уже при трех таких раздачах...

Первые рыбы отличались от агнат еще и тем, что на хорде у них появляются настоящие позвонки — сперва хрящевые, а потом и костные. Важное изобретение — раз мы все, от предрыб и рыб до лягушек и зверей, носим имя позвоночных.

Но, оказывается, и позвонки были изобретены не один раз. Одна из дальних наших родственниц по надтипу вторичноротых животных, похожая на морскую звезду офиура-змеехвостка, сумела изобрести и соорудить нечто подобное самому настоящему позвоночнику! Причем в каждом из длинных своих змееподобных лучей, и давно, еще до появления в силуре первых хрящевых рыб с позвоночниками. У офиуры — пять позвончиков и ни одной головы!

Офиуры произошли от обычных морских звезд, покрытых внешним кожным скелетом (отсюда название — иглокожие). Скелет был получен иглокожими еще во время кембрийской раздачи скелетов. Потом у части звезд этот наружный скелет как бы перешел внутрь лучей, образовав позвонки. Сначала эти позвонки еще мало соприкасались друг с другом, потом приобрели кнопкообразные соединения, сблизились теснее и стали похожими на современные позвонки, скажем, людей. Но развитие позвоночника наших предков шло совсем иначе! И все-таки пришло к близкому результату.

Иглокожие и хордовые разделились страшно давно, может, более миллиарда лет назад, когда у тех и других не было и намека ни на какой скелет.

Подобные удивительные совпадения эволюции — параллелизмы — ученые объясняют по-разному и придают им разное значение. Иногда говорят: сходные приспособления вырабатываются потому, что разные организмы попали в одинаковые условия развития. Среда «требует» (через посредство естественного отбора) тех или других приспособлений, и они рано или поздно появляются. Естественный отбор отбрасывает все, что работает плохо или не лучшим образом, и оставляет «на развод» наилучшее решение и раз, и два, и столько раз, сколько потребуется. Это — приспособительный параллелизм. Человеческая инженерная мысль работает во многом как естественный отбор: отбрасывая устаревшее. Законы гидродинамики, к которым должны были приспособиться предки рыб, и законы газодинамики, с которыми имеют дело самолетостроители, очень похожи. Неудивительно, что инженеры пошли тем же путем, каким природа когда-то провела предков рыб.

Но только ли в отборе, естественном или искусственном, инженерном тут дело? Человек творит сознательно. Он не мог не оглядываться в своем техническом творчестве на опыт природы. Иногда неосознанно, но иногда и нарочито он подражал ей. «Зализывание» формы скоростных кораблей, самолетов и автомобилей, само стремление ввысь и в глубины моря часто можно объяснить некоторой завистью человека к его летающим, плавающим, быстрым «братьям меньшим». Не один только слепой перебор случайных изменений в наследственности управляет и параллелизмами природными. У всех животных — общее прошлое, далекое или близкое, в зависимости от степени родства. Это прошлое, как мы видели, «давит», управляет закономерностями, по которым могут изменяться потомки. А потому во всех поразительных случаях сходства в живой природе в той или иной степени участвуют разные законы, и провести границу — точно сказать: вот здесь сходство определяется общностью происхождения, здесь молекулярно-генетическими законами, а здесь случайными изменениями, отредактированными естественным отбором, — очень трудно, часто невозможно.

Ведь и иглокожие офиуры, и позвоночные не такие уж дальние родственники. И те и другие — вторичноротые.

Вот как далеко заводят рассуждения, начинаемые от интересной гипотезы В. Яковлева. Сейчас уже трудно спорить с главной мыслью этого палеонтолога: панцирь бесчелюстных и его видоизменения отражали аэро-... вернее, гидродинамическую эволюцию предков рыб. Но, как и всегда, мы не должны в эволюции путать причины и цели. Панцирь служил гидродинамике, но появился он не для того, чтобы бесчелюстной рыбе легче взлеталось, а потому что... Гадать не будем — может быть, причина третьей «раздачи скелетов» была та же, что и при первых двух. Какие-то закономерности химического взаимодействия организмов со средой... «Мода на панцири» в силуре и девоне, другие странные «моды» в истории жизни еще ждут своего полного объяснения. Может быть, прочтя эту книгу, особенно ее последнюю главу, и ты, читатель, сможешь сформулировать очередную гипотезу, проливающую свет на «моду» в эволюции панцирных чудищ.



Рис. Офиуры

ЖИВОЕ ИСКОПАЕМОЕ

...Ящик вынесли на крышу люка и поставили у моих ног...

Хант снял крышку, я увидел слой ваты. Неодолимый страх сковал мои члены, я не мог ни говорить, ни двигаться. Все смотрели на меня, а у меня рука не поднималась поднять вату. Наконец, я сделал знак, чтобы рыбу открыли...

Силы небесные! Он, точно! Характерные бугорки на крупной чешуе, костистая голова, плавники с шипами. Это он!.. Самый настоящий целакант. Я опустил на колени, чтобы лучше видеть, и, глядя рыбу, вдруг ощутил, что на мою руку падают слезы... Четырнадцать лучших лет моей жизни было отдано поискам — и не зря, не зря!

Дж. Д. Б. Смит. Старина-четвероног.

Книгу, откуда взят этот эпиграф, ты можешь взять в библиотеке. Это избавляет меня от подробного рассказа об одной из самых чудесных, удивительных находок нашего века. Считалось, что целаканты, близкие родичи наших кистеперых рыбных предков, вымерли тогда же, когда вымерли ихтиозавры, динозавры и прочие чудовища мезозоя — 70 миллионов лет назад. То, что они все-таки не вымерли, гораздо для нас удивительней, чем если бы не вымер какой-нибудь птеродактиль. Ведь целакант к нам, людям, и нашей родословной имеет гораздо более непосредственное отношение.

Конечно, целаканты не были нашими предками. Чтобы ты понял, в каком родстве мы с ними состоим, нужно сказать несколько слов о девоне — веке рыб.

Говорят, девон стал веком рыб не потому, что какие-то необычайные условия тогда способствовали этому виду жизни. Нет, условия были не самые лучшие: в девоне материи поднимались, реки и озера мелели и высыхали — было, скорее, жарко и сухо. Веком рыб девон стал для палеонтологов, а не для самих рыб: поднималась суша, окаменевали засохшие илы с захороненными в них рыбами... Лишний пример того, что картина, представляющаяся глазу палеонтолога, порой вовсе не отражает действительности в прямом, неискаженном виде.

По хорошо сохранившимся остаткам палеоихтологи установили, что в девонских морях, озерах и реках рядом с предками-предрыбами обитали основные три группы рыб, настоящих челюстноротых позвоночных животных, зародившихся наверняка раньше, до девона.

Это были, во-первых, хрящевые рыбы — акулы и химеры. И те и другие дожили до наших дней. Акулы большей частью — высокоскоростные хищники верхних слоев воды, химеры — глубоководные малоподвижные чудища.

Во-вторых, уже жили на Земле костные рыбы — лучеперые. Их потомки — все современные костистые и многоперые рыбы. И еще осетровые.

К костным же рыбам относят и третью, самую могущественную группу девонских рыб — мясистолопастных. Общая черта мясистолопастных — плавники в виде весел, очень похожие на короткие конечности! Еще одна такая общая черта — легкие для дыхания воздухом (у других костных рыб на месте легких плавательный пузырь).

Но уже с самого своего появления в палеонтологической летописи эта группа рыб была неоднородна. Она делилась на кистеперых и двоякодышащих.

Кистеперые, в свою очередь, тоже делились на две подгруппы — целакантов и рипидистий.

Рипидистии не дожили до нашего времени, рано вымерли, но, возможно, именно они успели дать начало всем наземным четвероногим.

Целаканты же жили долго, дотянули до наших дней, но менялись поразительно медленно и ни во что новое не превратились. Стоит задуматься, какая из этих двух судеб завиднее...

РЫБЫ ПО ЛУГУ ГУЛЯЮТ

Девон. 340 — 410 тысяч тысячелетий назад. Для нас почти так же давно, как кембрий и ордовик (полмиллиарда лет назад). И все же Земля в девоне была совсем другая.

Была населена суша. Щетки темно-зеленых зарослей из весьма странных, на наш взгляд, растений лентами протянулись по берегам рек и озер. Еще больше кислорода стало в воздухе (до этого кислород выделяли только водоросли). У подножия первых деревьев во мхах копошились выползшие еще в силуре на сушу предки нынешних пауков, скорпионов и клещей. А в девоне к ним прибавились новые пешеходы — настоящие насекомые!

«Свет не знал раньше других звуков, кроме свиста и завывания ветра, шума ветвей... падения шишек... волнения рек, шума разыгравшихся морских волн, ударов грома, извержения вулканов или подземного гула, предвестника землетрясений. Но вот ко всему этому прибавляется жужжанье быстро дрожащих крыльев...» Так писал о появлении насекомых французский биолог Э. Перрье в начале века.

В трудном положении находится наука об эволюции, когда обращается к каменной летописи, чтобы поймать начало той или иной эволюционной линии. Начала почему-то не сохранялись...

Хочется, например, ученому узнать, как насекомые получили крылья: самые первые девонские насекомые, попадающиеся палеонтологу, уже крылаты. А хочется найти «недостающее звено», переходную, полукрылатую форму букашек. Но вот ученый обращается к косвенным, эмбриологическим свидетельствам, тщательно изучает анатомию ракообразных предков насекомых и приходит к неожиданному выводу: а ведь зря искал. Крылья развились, видимо, из каких-то древних органов дыхания у животных, еще, может быть, и не расставшихся окончательно с водой. Крылья поначалу были, скорее всего, и не органами для полета, а чем-то вроде вентиляторов.

Хочется поймать момент «переделки» одной из жаберных дуг агнат в хватающую зубастую челюсть первых примитивных хрящевых, но уже настоящих рыб. И опять нет

переходного звена — челюсть появляется в палеонтологической летописи как бы внезапно: вполне готовая добротная челюсть. И нет ясности, от какой именно предрыбы-агнаты следует вести нам свою родословную...

И никакого перехода не находят палеонтологи между древними хрящевыми рыбами-предками и следующей ступенью — настоящими костными рыбами, обладающими плавательным пузырем (или легкими — какую работу этот орган выполнял раньше, какую позже, неясно). Опять внезапное появление. «Ниоткуда» — сразу, вполне сформированные и в большом числе разновидностей... И среди них уже вполне развитые древние они срastaются в специальные пластинки для перетирания твердой пищи. Приспособившись так хорошо к определенной еде, двоякодышащие раз и навсегда закрыли себе путь к дальнейшим эволюционным превращениям. Кистеперые же остались хищниками, сохранили зубы и тем самым оставили для себя выход к совершенно иному существованию.

Значит, предок всех наземных четвероногих — кистеперая рыба. Но очень многие черты строения самых первых дошедших до нас земноводных говорят все-таки, что они с самого начала делились как будто на основные большие группы, давшие одна хвостатых (например, тритон) и безногих земноводных (например, червяга), другая — бесхвостых: лягушек, рептилий (а из них уж и млекопитающих). Были и другие группы первых земноводных, не давших никакого потомства, рано вымершие. Как ни странно, и тут, возможно, правы и сторонники неодноразового происхождения больших групп животных, и сторонники «единых корней». Превращалась в земноводных не одна какая-то кистеперая рыба, а одновременно и параллельно сразу несколько родов. По крайней мере у двух групп небольших хищных кистеперых рыб этот эксперимент закончился блестяще. Но сами эти группы кистеперых — родственники между собой. И все же: как и в голову-то могло такое прийти, чтобы большая группа животных — земноводные — произошла не от одного эволюционного корня, а из двух? Какой-то один орган — ну, позвонки у офиур и позвоночных, ну, плацента у млекопитающих и некоторых акул — ладно. Но чтобы целый комплекс признаков, целый класс животных дважды?.. Может такое быть?

Большинство ученых и раньше и в наше время ответили бы на это отрицательно: «Нет! Хотя бы потому, почему не может дважды произойти жизнь на одной и той же планете».

Многие решающие шаги эволюции возможны лишь тогда, когда им не мешает раньше развившаяся и дальше вперед ушедшая жизнь. Именно поэтому современная бактерия не может начать все сначала — превращаться в многоклеточное и в прочих, — все места, все дорожки впереди уже заняты. Поэтому же не может современная рыба, морской черт или илистый прыгун, ползающие на плавниках, дать побег новым амфибиям... А современная кистеперая рыба латимерия — угрюмое существо, доживающее свой век в одиночестве в глубинах океана близ Коморских островов, — не может снова всплыть к поверхности (там обитают современные рыбы, которые ушли далеко впереди не потерпят конкуренции). Тем более она не может выползти на берег. Ее тут же слопают неблагодарный потомок.

К тому же между латимерией и рипидистиями — древними кистеперыми, от которых мы, может быть, произошли, — есть важная разница. У рипидистий были хоаны — что-то вроде ноздрей, позволяющих дышать атмосферным воздухом. Хоанами были снабжены и первые наземные четвероногие.

Все так. И все же вопрос о том, могут ли основные типы животных и растений происходить в эволюции не только линейно, один из другого, а значит, лишь однажды, но

и параллельно, несколькими ветвями, не прост. Его нельзя считать полностью решенным. А как на других планетах? Повторит ли там эволюция земную или нет, а если повторит, насколько точно?

Палеонтолог и писатель-фантаст И. Ефремов доказывал в своих научно-фантастических произведениях, что даже люди — в точности похожие на нас — не могут не появиться рано или поздно в ходе любой достаточно далеко зашедшей эволюции. Прав ли Ефремов? Или прав академик Колмогоров, утверждавший, что разумная жизнь на других планетах может быть в виде... плесени? Ох и не просто разрешить этот старый спор биологии!

И чтобы ясно стало, что в вопросе о выходе наших предков на сушу еще есть что открывать, — маленькая каверза, путающая карты поколений ученых. Недавно молекулярные биологи решили проверить родство разных позвоночных животных по одному единственному, но весьма важному признаку. Этот признак — устройство одной маленькой кольцевой молекулы ДНК, которая сидит не в ядрах клеток, как ДНК наших хромосом, а в митохондриях. Она почти ни на что не влияет, эта ДНК. Это не ее гены управляют формированием фамильных и индивидуальных черт организма. Она отвечает лишь за некоторые скрытые от глаз энергетические процессы внутри клеток. Но она может быть очень важной и точной меткой. Она мало меняется с поколениями, ибо передается не с помощью полового размножения и перетасовки генов, а копируется напрямую, целиком, чаще по женской линии. По характерным чертам этой ДНК можно вычислять степень родства разных, даже далеко разошедшихся на тропинках эволюции видов животных. Вот эта-то ДНК и преподнесла сюрприз: оказалось что митохондриальная ДНК лягушки все-таки значительно ближе к ДНК двоякодышащих рыб, чем к ДНК целаканта. Возможно, окончательной разгадки мы так и не дождемся — тайну происхождения наземных четвероногих унесла с собой вымершая рипидистия...

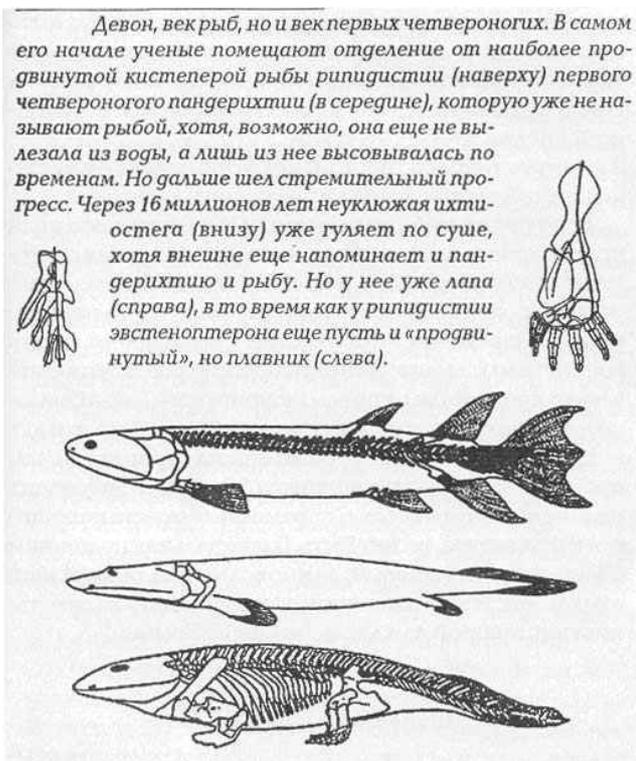


Рис. Девон

ГЛАВА ШЕСТАЯ

в которой наши предки уже твердо стоят на своих четырех, выясняют родственные связи и к чему-то прислушиваются

«ЧЕЛОВЕК — СВИДЕТЕЛЬ ПОТОПА»

Так в 1726 году назвал найденный в древних отложениях скелет немецкий врач Шейхцер. Это была научная сенсация. Скелет, правда, во многом отличался от скелета человека, но Шейхцер очень остроумно доказал, что все эти отличия — от разрушающего действия времени, от давления и сдвига пластов, деформирующего кости.

Целых сто лет ученый мир думал, что Шейхцер нашел человека, погибшего во время библейского потопа. Но в 1825 году знаменитый французский палеонтолог Кювье усомнился и решил проверить давнюю научную сенсацию. Даже беглого осмотра для Кювье было достаточно: «человек» оказался гигантской саламандрой, земноводным, не очень древним (ему было по нынешним понятиям около 50 миллионов лет), но все же гораздо более древним, чем человек.

«Человек» Шейхцера жил все-таки сравнительно недавно, в третичную эпоху, когда на Земле уже господствовали млекопитающие. Со времен Шейхцера ученые многократно находили кости и следы четвероногих во все более древних слоях. Когда же жили на суше прямые предки, первые четвероногие?

В 1896 году американский палеонтолог Марш нашел в девонских отложениях Северной Америки каменную плиту с отпечатком когтистой мясистой лапы.

Немаленькой лапы — отпечаток около 10 сантиметров длиной. В той же плите Марш увидел маленькие ямки — следы от капель девонского дождя. Так и представляешь себе мрачноватое и туповатое первое четвероногое, которое вылезло из воды во время дождя и протащило несколько шагов по размокшей глинистой поверхности. И получилось так, что больше эта глинистая поверхность никогда уже не размокла, а, наоборот, высохла, окаменела, навсегда сохранив на себе живую запись давно минувших эпох...

Довольно долго ученые сомневались в находке Марша. Бывают такие подделки природы... Но в 1931 году на восточном берегу Гренландии в позднедевонских отложениях нашли семь странных черепов, похожих разом и на черепа кистеперых рыб, и на черепа земноводных. Первые ископаемые четвероногие получили название «ихтиостеги» (буквальный перевод — рыбопанцирные — показывает, что эти первые пешеходы сохранили в себе много черт древних примитивных рыб с массивным костным черепом). А потом следы первых четвероногих нашли в Австралии. Следам 355 миллионов лет.

И опять-таки нет полной уверенности, что хоть одно из этих созданий было нашим предком. Некоторые ученые считают, что ихтиостеги так далеко зашли в приспособлении к своему образу жизни, то есть были специализированы, что не могли уже «переучиваться», а это необходимо, чтобы двинуться дальше, к пресмыкающимся и млекопитающим. И все же портрет ихтиостег наверняка не очень сильно отличается от портрета неизвестного пока нашего девонского четвероногого предка. Может быть, первые земноводные — ихтиостеги, гесперогерпетоны, крассигиринусы, которых немало уже открыли палеонтологи и в родственных отношениях между которыми разобраться трудно, — были по своей организации неизбежным этапом, необходимой стадией развития, через которую прошли сразу несколько разных кистеперых рыб, развивающихся в направлении все большей независимости от воды.

Все эти примитивные четвероногие пятипалые существа были еще «полурыбами». Многие их признаки были рыбьими, у каждого разные. То рыбий хвост с плавником, то рыбные косточки в черепе, то рыба боковая линия — орган «осязания на расстоянии» в воде... Такие (но не обязательно те, которые здесь перечислены) разные полурыбы-полуамфибии и были зачатками разных линий четвероногих.

То, что они отличались друг от друга все больше, неудивительно. Удивительно другое: несмотря на очень дальнее родство, они независимо, параллельно приобрели такие важные признаки наземных животных, как обособление головы от туловища, появление шеи, особого подвижного затылочного сочленения. Одна из костей черепа кистеперой рыбы независимо у разных «рыбоамфибий» превращается в

слуховую косточку: появляется «сухопутное ухо». Даже такой признак, как пятипалая конечность, по мнению современных палеонтологов, могла появиться независимо у предков тритонов и лягушек. Это уж поистине чудо: кисть и стопа всех наземных четвероногих построена поистине по единому плану... Впрочем, кое-какие различия в деталях все-таки есть.

ТАИНСТВЕННЫЙ КАРБОН

Девон, эпоха сухих пустынь, заставившая рыб стать на четыре ноги и начать сухопутную жизнь, кончился треть миллиардов лет назад. Сразу после него природа как бы ударилась в другую крайность. Наступил каменноугольный период. Болота, заиленные реки и озера, великая влажность широко (хотя и не всюду) распространились по Земле. Леса этого периода, растущие в илестой, хлюпающей жиже, изучены учеными-палеоботаниками неплохо, хотя и хуже, чем современные леса лесоводами. Листья, ветки, шишки каменноугольных растений падали в воду, где не гнили и не окислялись, а превращались в торф, которому в дальнейшем и предстояло стать каменным углем.

Оказавшись после трудных девонских дней в «курортных условиях» карбона, земноводные четвероногие стали быстро распространяться по Земле, образуя все новые виды, роды и отряды. Во второй половине карбонового периода четвероногие поистине уже владели миром. Но только пока сушей, в море с их нежной, влажной, дышащей кожей большинство земноводных жить не могло.

Помнишь, мы говорили о начале фанерозоя — эпохи жизни явной. Сразу множество морских организмов стали строить известковые скелеты. Это значит, что углекислый газ, которого в атмосфере и океане было все еще очень много, стал еще быстрее поглощаться: ведь он нужен был животным для постройки скелетов, а назад из накапливающихся известняков углекислота уже не могла освободиться.

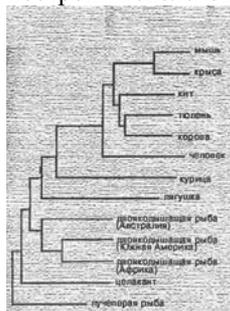


Рис. Истоки четвероногих.

У истоков четвероногих. По характерным признакам митохондриальной ДНК можно вычислять степень родства разных, даже далеко разошедшихся на тропинках эволюции видов животных. Вот эта-то ДНК и преподнесла сюрприз: оказалось, что митохондриальная ДНК лягушки все-таки значительно ближе к ДНК двоякодышащих рыб, чем к ДНК целаканта. Возможно, окончательной разгадки мы так и не дождемся — тайну происхождения четвероногих унесла с собой вымершая рипидистия, пресноводный вариант целаканта.

В силуре и девоне вдоль берегов рек и озер зазеленели первые «леса». Растения суши удвоили поток кислорода (раньше он поступал в воздух только от фотосинтезирующих водорослей). Может быть, поэтому некоторые девонские рыбы смогли начать дышать воздухом. По расчетам американского геолога Р. Файрбриджа, в великую каменноугольную эпоху, 300 миллионов лет назад, в воздухе Земли кислорода было уже столько же, сколько и сейчас.

Может быть, кислорода на какое-то время стало даже больше, чем сейчас: именно в это время в зарослях порхали огромные стрекозы, чуть ли не метрового размаха крыльев. Современные насекомые такими большими не бывают: ведь у насекомых нет легких, а чем больше тело, тем труднее снабжать его кислородом.

Жизнь на Земле не всегда развивалась равномерно. Были эпохи застоя, даже как бы отступления, были «вспышки жизни». На континентах в карбоне и в начале следующего, пермского периода (в целом их иногда называют пермокарбон) была такая вспышка, и, может быть, это связано как раз с небывало свободным дыханием жителей суши, до тех пор сидевших на голодном кислородном пайке.

В ПОИСКАХ РОДСТВЕННИКОВ

Как только начнешь разбираться в полчищах стегоцефалов, кишевших на Земле в те времена, окажется, что очень трудно выбрать из этих древних влажнокожих — больших и маленьких, уродливых и не очень — такого, который мог бы стать сразу предком и нынешних хвостатых амфибий (саламандр,

трионов), безногих червяг и их бесхвостых прыгающих собратьев — лягушек и жаб. Еще недавно попытки обнаружить такого общего предка земноводных были. Его называли лиссамфибией. Российский ученый М. А. Шишкин доказал, что лиссамфибии никогда не существовали.

С самого начала ископаемые панцирноголовые по строению позвонков делятся на две большие группы, от одной из них (лепоспондилов — тонкопозвонковых) можно протянуть ниточку хвостатых и безногих, а от другой (апсидоспондилов — дугопозвонковых) — бесхвостых земноводных потомков.

Ну а прочие четвероногие? Рептилии, первые скелеты которых попадают в слои возрастом триста миллионов лет? Они произошли от земноводных, это ясно, но от каких же? Кто ближе современной ящерице — хвостатый, похожий на нее, тритон или бесхвостая лягушка?

И тут мы, вслед за учеными, должны понять и осознать некоторые удивительные парадоксы родства в мире живого.

Если современные рептилии произошли от лабиринтодонтов, древних близких родичей лягушек, а похоже, что это именно так, то, выходит, лягушки нынешним ящерицам, крокодилам и их близким родичам — птицам ближе, чем тритон. Общий кистеперый предок тритона и лягушки жил в девоне, то есть раньше, чем карбоновый лабиринтодонт — общий предок лягушки и... скворца! Но если так, выходит, что птицы, высокоорганизованные существа с горячей кровью, более близкие родственники земноводной лягушке, чем земноводные же тритоны! Чепуха какая-то!

Помнишь, мы говорили, что давняя заветная мечта биологов — построить абсолютную естественную систему всех живых организмов. Эта идеальная система одновременно расставила бы все живые существа по полочкам — по порядку, по свойствам и в то же время отразила бы и реальные родственные — генеалогические — взаимоотношения организмов.

И вот получается: обычно такая идеальная классификация просто невозможна. Животные с «одной полочки» — земноводные — могут быть более дальними между собой родственниками, чем животные из разных классов — лягушки и птицы.

Раз уж зашла речь о птицах... Птицы, крокодилы ну и, скажем, серый варан, большая ящерица пустыни, ее так и называют «крокодил пустыни», — кто кому родней из этой троицы?

Даже на вид они похожи — крокодил и варан. А птица, ну, к примеру, воробей, что в его облике общего с крокодилом?

Но они родственники, причем более близкие, чем крокодил и варан. Английский палеонтолог А. Д. Уокер объявил, что выследил, нашел общего предка крокодилов и птиц. Этот ящер — сфенозух — жил в триасе всего двести миллионов лет назад. Сфенозухи лазали по деревьям. Часть потомков сфенозуха отравила перья (из чешуи) и стала прыгать все дальше, пока не научилась парить (может быть, перья первоначально появились как средство защиты от холода — эти потомки сфенозуха становились теплокровными). Когда птицеящер замахал крыльями, чтобы полететь, он уже был настоящей птицей, только, может быть, вначале еще шипел по-змеиному, да в клюве еще оставались настоящие ящеровые зубы.

Другая ветвь этих интересных ящеров спустилась с деревьев, а потом и в воду заползла и стала превращаться в крокодилов. Если присмотреться внимательно, то не один сохранившийся общий признак выдаст близкое родство воробья и крокодила. А вот варан и сфенозух более отдаленные родственники — их общий предок жил еще раньше.

Вот так непросто обстоит дело с родством и классификацией в мире живых и вымерших животных.

Впрочем, мы забежали вперед. Общий земноводный предок крокодилов, черепах, птиц и чешуйчатых современных ящериц (общее имя всех этих животных — завропсиды) жил на Земле в конце каменноугольного периода. А сфенозух и того позже. Самое время задать вопрос: а мы, а наши млекопитающие родственники? Мы-то произошли от пресмыкающихся? Тогда был ли предок завропсид и нашим предком? Ответы на эти два вопроса прозвучат на первый взгляд странно: да, мы произошли от пресмыкающихся. Но предок завропсид нашим предком не был. Современные пресмыкающиеся и птицы нам, может быть, более дальняя родня, чем более древние, в целом, земноводные! А общий наш предок — с тем же скворцом, может быть, был... опять-таки кистеперой или двоякодышащей рыбой!

ВЕЛИКИЙ ПЕРЕЛОМ

Не нужно забывать, что палеонтологи обычно имеют дело только с костями, да еще часто с далеко не полным их набором. По костям специалист может угадать, додумать многое. Но далеко не все.

Ускользает и важнейшая грань, великий перелом в истории наших предков — переход к полной независимости от воды как колыбели икринок и личинок. Скелет первого пресмыкающегося мог ни в чем не отличаться от скелета его земноводного ближайшего предка. Но самка этого животного уже не метала икру в воду, а откладывала яйца на суше. Яйца были в плотной оболочке: зародыш оказывался как бы в скафандре, окруженный жидкостью. Мешок, заполненный жидкостью, есть и вокруг развивающегося внутри матери звереныша — зародыша млекопитающего. Мешок называется амнионом. И по этому главному признаку все позвоночные животные делятся на две большие, главные группы: амнионные (амниоты) — звери и рептилии и безамнионные (анамнии) — рыбы и амфибии. Этот переход к «амнионности» был в развитии наших предков очень важным, важнее даже перехода к млекопитанию, и таким же важным, как появление спинного хребта и кусающей челюсти.

Итак, панцирноголовые карбона были очень четко разделены на лепоспондилов — предков нынешних хвостатых и безногих земноводных и апсидоспондилов-лабиринтодонт — предков лягушек и многих ящеров, включая современных пресмыкающихся и птиц.

Панцирноголовые еще могли дышать кожей, кожа у них была влажная. Стегоцефалы и на суше были как бы в своей водной стихии, создаваемой ими самими. Но при этом они непрерывно теряли воду — вода испарялась. И, побыв недолго на суше, стегоцефал стремился скорее окунуться, иначе ему был конец.

Но постепенно некоторые стегоцефалы стали меняться. Улабиринтодонт, предков лягушек, ящеров и птиц, полость рыбьего брызгальца (этот орган произошел от того же жаберного отверстия, которое осталось «без работы», когда одна из жаберных дуг превращалась в челюсть) заполнилась воздухом и стала сначала резонатором, а потом и полостью среднего уха. На месте исчезающей жаберной крышки появилась барабанная перепонка, а одна из косточек бывшей жаберной дуги стала стремечком — слуховой косточкой, передающей звуковые колебания от барабанной перепонки к внутреннему уху. Это стремечко есть и у человека...

Теперь лабиринтодонты хорошо слышали. Им не нужно было больше прижиматься к Земле, когда хотелось что-то расслышать через почву и кости скелета (так до сих пор иногда слушают тритоны и саламандры — хвостатые потомки древних стегоцефалов, не прошедшие по лабиринтодонтному пути развития).

Лабиринтодонты и некоторые другие стегоцефалы продвигались к новому уровню организации — рептильности.

И опять, как в случае перехода от рыб к амфибиям, трудно указать точно «лягушкоящера» — родоначальника пресмыкающихся и предка млекопитающих. Их было несколько групп, этих «мозаичных», как говорят палеонтологи, чтобы не сказать грубее — «химерных» существ, причудливо составленных из признаков амфибий и признаков пресмыкающихся. Сейчас довольно хорошо известны три-четыре такие группы лягушкоящеровых «кентавров» — эмболомеры, сеймуриаморфы, микрозавры, антракозавры... Кто-то из них мог оказаться тупиковой ветвью. Кто-то стал предком нынешних пресмыкающихся и птиц... Кто-то мог дать начало другой ветви пресмыкающихся, которая, пройдя через «зве-роящеровую стадию», могла достичь уровня млекопитающих... Но кто именно и чьим именно стал предком?

ЛЯГУШКОЯЩЕРЫ

Некоторые ученые так и выделяют всех (или часть) этих животных — разных и, вероятно, не близко родственных друг другу животных, начавших превращаться в рептилий, — в особый подкласс батрахозавров, то есть лягушкоящеров. Каждый из батрахозавров «шел в рептильность» своим путем: одни новые признаки приобретая, другие нет. Очень может быть, что некоторые лягушкоящеры еще метали икру в воду, а другие уже несли яйца на суше. Во всяком случае, точно установлено, что у некоторых из сеймуриаморфов были дышащие жабрами водоплавающие личинки.

Может быть, первыми настоящими рептилиями можно считать тех четвероногих, которые перестали дышать по-лягушачьи? Если ты присмотришься к лягушке, тебе может показаться, что она не дышит. Только горлышко как будто ходит вверх-вниз. Скелет лягушки устроен так, что она не может вздохнуть. Она втягивает воздух в рот, плотно закрывает его и с силой закачивает этот воздух в легкие, наполняя дно ротовой полости. Если животное уже умеет вздыхать с помощью грудной клетки — это должно отразиться на его скелете.

И вот у некоторых сеймурий и микрозавров заметно удлиняются ребра; они переходят на настоящее «сухопутное дыхание». У сеймуриаморфов и микрозавров начинает меняться позвоночник. Позвонки все больше походят на позвонки пресмыкающихся. Интересно, что и те и другие идут этим путем параллельно, независимо, их позвонки, возможно, унаследованные от разных кистеперых рыб-рипидистий, даже как бы «сближаются» по типу строения...

ГЛАВА СЕДЬМАЯ

из которой становится ясно, как трудно стать зверем и как это необходимо, если хочешь стать человеком

ЯЩЕРЫ ИЛИ ЗВЕРИ?

Первые кости этих животных, выкопанные в Предуралье из слоев примерно середины пермской эпохи, описал русский исследователь Куторга в 1838 году. Скоро подобные находки были сделаны в Южной Африке. Первый же череп, описанный там в 1844 году, привлек внимание своим «звериным оскалом». До тех пор считалось, что у всех пресмыкающихся — и древних и современных (крокодилов, к примеру) — зубы должны заполнять окружность рта без особого порядка. Это острые одинаковой формы зубы.

У ящера 1844 года — его назвали дипинодонтом, то есть двухклыковым, — действительно были в челюстях самые настоящие клыки. Клыки у млекопитающих делят зубной ряд на отделы: передний, где у нас расположены кусающие зубы — резцы, и боковой, где сидят зубы, предназначенные для жевания — коренные. Возник вопрос: кого выкопали в Южной Африке? Примитивного, невероятно древнего зверя, млекопитающего (из пермского периода!) или какого-то очень уж передового, но еще ящера?

Знаменитый английский палеонтолог Ричард Оуэн выделил подобных ящеров в особую группу звероподобных рептилий. В 1878 году американский палеонтолог Э. Коп предложил поискать среди звероящеров предков всех млекопитающих животных. наших предков!

Четыре пятых всех ископаемых пресмыкающихся конца пермского и начала триасового периодов (240 миллионов лет назад) — это звероящеры. В наше время ученые уже не сомневаются: звероящеры — наши предки.

ОТКУДА ОНИ ВЗЯЛИСЬ?

Жаркие споры вокруг звероящеров не утихают по сей день. Палеонтологи «вычислили»: звероящеры могли появиться не позднее самого начала пермского периода, то есть 280 миллионов лет назад. Произошли они из ящеров пеликозавров, как те, видимо, в конце карбонового периода, около 300 миллионов лет назад, ответвились от каких-то древних, примитивных, во многом похожих на земноводных котилозавров. От каких же? Первые котилозавры — диадекты и капторины. Диадекты были растительноядными, капторины — в основном хищниками и насекомоядными. Между собой они были схожи и несхожи. Схожи своей «примитивностью», некоторыми чертами, унаследованными от земноводных и даже кистеперых рыб. Несхожи, однако, настолько, что многие ученые считают их разными линиями, разделившимися еще на стадии амфибий или еще раньше. Некоторые российские палеонтологи склоняются к мнению, что диадектоты ведут свой род от лягушкоящеров — сеймуриаморфов (как те — от лабиринтозубых земноводных). Эта ветвь получила дальнейшее мощное развитие. Скорее всего, от нее ведут свое происхождение завропсиды — современные пресмыкающиеся и птицы.

Капториновые котилозавры ведут свое происхождение от другой переходной между амфибиями и рептилиями группы. От какой? Микрозавры ли это, как предположил в 1942 году палеонтолог Вестолл? Или эмболомеры? Этой точки зрения придерживаются многие палеонтологи? А может быть, тоже сеймуриаморфы?

Многие современные палеонтологи склонны считать, что капторины происходят от микрозавров. Во всяком случае, можно считать доказанным, что мы, млекопитающие, и звероящеры, наши предки, приходим от капториновых котилозавров каменноугольного периода. А развитие некоторых органов в череде наших предков — например, барабанной перепонки, вообще среднего уха — позволило ученым окончательно отделить родословную наших предков от родословной предков ящериц, крокодилов и птиц. Это разделение прослеживается страшно далеко в глубь эпох, может быть, даже вплоть до кистеперых рыб...

Главная особенность ближайших потомков капторин (и предтеч звероящеров) пеликозавров — большие отверстия в черепе позади глаз. Появление этих «лишних» дыр в черепе было очень важным для эволюции наших предков: к височной яме крепились мощные мышцы челюстей, позволяющие крепко кусать, хватать, а потом и жевать.

Зубы пеликозавров не разделялись на резцы и коренные, но у некоторых из них появилось что-то вроде клыков. Зато зубы пеликозавров были снабжены самыми настоящими корнями. Подобно самостоятельным «растениям», сидели эти зубы в специальных дырках в челюсти...

Лапы пеликозавров уже не отходили от тела горизонтально в стороны, как это было у всех предков от кистеперых рыб до амфибий (и как это есть у нынешних ящериц и крокодилов). Они уже отходили от плечевого пояса и таза несколько вниз, хотя и не прямо, под углом. Четвероногие переставали ползать и начинали ходить по-настоящему!

Некоторые из пеликозавров выглядели причудливо. Отростки на дугах их позвонков необыкновенно вытягиваются. На спине этих пеликозавров образуется обтянутый кожей «парус», загадочный орган совершенно непонятого назначения.

Парус — результат полового отбора, говорили некоторые палеонтологи. Пеликозавры с большими парусами — это самцы, а с маленькими или без парусов — самки.

Что такое половой отбор? Учение о половом отборе разработал великий Ч. Дарвин. Когда животные обрели хорошие глаза, уши, обоняние — нюх, они начали придирчивей относиться к выбору подруги жизни (или супруга) для продолжения рода. Одни самцы нравились самкам больше, другие — меньше, и наоборот. Отвергнутые самки и самцы имели меньше шансов оставить после себя потомство. И постепенно такой половой отбор стал влиять на эволюцию животных не меньше, чем естественный отбор, или отбор на выживание...

У животных начали проявляться украшения — для привлечения друга сердца. Самцы и самки стали резко отличаться внешне: либо всегда, либо только на период «свадеб». У них стало вырабатываться разное поведение.

Красивое оперение, цветные пятна на коже, гребешок, «бородушка» — у петухов, громкоголосое или мелодичное пение, светящийся фонарик — у светлячков, усы и борода — у мужчин и у самцов некоторых обезьян, рога — у оленей-самцов, бивни — у самцов-слонов. Рога и бивни не только привлекали самок красотой, они помогали отстоять подругу, если находился соперник. Драки и победы в этих рыцарских турнирах за руку и сердце дамы помогали отбирать и закреплять в потомстве смелость, ловкость, силу.

Что-то вроде петушиного гребешка — украшение для привлечения пеликозаврих — появилось когда-то и у «парусных ящеров», думают некоторые палеонтологи.

Но мне кажется, правы те ученые, которые считают парус пеликозавра органом системы терморегулирования.

Парус был пронизан кровеносными сосудами. Если пеликозавру было жарко, он становился так, чтобы парус был обращен к солнцу ребром. В этом случае парус служил для отвода излишков тепла из организма... Ну а если было холодно, пеликозавр принимал солнечное излучение более или менее «плашмя». Сосуды с кровью нагревались как солнечная печь. И кровь быстро разносила тепло по всему телу пеликозавра, даже если оно было не маленькое. Пеликозавр с парусом мог раньше, чем все его современники, беспарусные четвероногие, начать охоту.

Не очень совершенное, но остроумное изобретение, позволившее когда-то одному из наших «дядюшек» чуть-чуть усовершенствовать старую систему терморегуляции. Но конечно, это не было принципиальное решение проблемы. Парусные ящеры получили временное преимущество. Зато, получив громоздкое сооружение на спине, они отрезали себе пути к дальнейшему настоящему развитию. Поэтому не парусным пеликозаврам суждено было стать нашими предками, а другим, менее причудливым, а значит, не столь узко специализированным.

Эти другие пеликозавры были самым настоящим переходом от древних ящеров котилозавров к звероподобным непосредственным предкам млекопитающих. Некоторые ученые называют даже конкретную группу пеликозавров, давших начало побегу звероящеров. По мнению американского палеонтолога Ромера, имя этих звероящеровых предков среди пеликозавров — сфенакодоны. Другой палеонтолог, Олсон, считает вопрос менее ясным. Он соглашается, что из сфенакодонов произошли териодонты — зверозубы, самые многочисленные из звероящеров, самые похожие на млекопитающих. Остальных звероящеров следует производить от других пеликозавров. Но для нас — ведь мы ищем истоки млекопитающих — нет особой разницы. Те звероящеры, от которых мы произошли, — это зверозубы. А о других можно и не говорить.

Итак, будем знакомы! Сфенакodon, наш предок из пеликозавров. Немецкий палеонтолог О. Кюнн в его скелете насчитывает на каждые девять типичных признаков пресмыкающихся один, характерный уже для млекопитающих.

Далы пеликозавров уже не отходили от темы горизонтально в стороны, как это было у всех предков от хвостатых рыб до амфибий (а как это есть у нынешних ящериц и крокодилов). Они уже отходили от плечевого пояса и толзи несколько вниз, хотя и не прямо, под углом. Четвероногие переставили ползать и начали ходить по-настоящему! Этот пеликозавр, эфеозавр, интересен тем, что попытался задолго до изобретения теплокровности оригинально решить проблему терморегуляции. Парус на спине, повернутый к солнцу плашмя, быстро разогревал с утра тело животного, а в полдень, повернутый к солнцу ребром, или в тени, позволял сбрасывать излишки тепла, предохранял от перегрева.

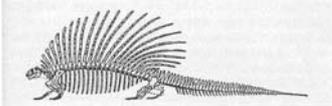


Рис. Пеликозавр

ВСЕ ПУТИ ВЕДУТ К НАМ?

Впрочем, может быть, мы и зря сразу взяли и решили не говорить о других звероящерях, не предках. Ведь все они, даже те, которые скоро зашли в тупик и вымерли, не оставив потомков, развивались в одну и ту же сторону! У всех у них — разных и, может быть, от разных пеликозавров произошедших — появляются со временем все новые признаки млекопитающих.

Например, звероящеры аномодонты (а среди них те самые двухкльковые южноафриканские дицинодонты) вымерли в последней трети триаса (около 200 миллионов лет назад). Когда они вымирали, у них, по мнению того же О. Кюнна, уже на каждый один признак пресмыкающихся приходился один признак млекопитающих. Пополам!

Другие ветви звероящеров — те, что дотянули до конца триаса и, может быть, дали начало разным побегам уже млекопитающих животных — развивались в том же направлении. И все они, независимо и параллельно приобретали все новые и новые признаки млекопитающих. Дошло до того, что в самом конце триаса на Земле жили звероящеры диартрогнаты и тритилодонты (между собой не слишком близкие родственники, их общий предок жил еще в пермокарбоне, может быть, среди пеликозавров), и у этих небольших «зверьков» палеонтологи на каждый признак пресмыкающегося насчитывают три признака млекопитающих! И все-таки большинство ученых считают их еще рептилиями. А вот в первых ископаемых бесспорных млекопитающих панготериях всего на пять процентов больше признаков зверей — на каждый признак рептилии четыре признака млекопитающих. Но они числятся млекопитающими.

Странно? Конечно, но, между прочим, подобные странные млекопитающие живут и сейчас на Земле. Это однопроходные (клячковые), или яйцекладущие, млекопитающие утконос и ехидна. В них зоологи видят много сохранившихся важных черт пресмыкающихся предков (например, откладывание яиц, некоторые черты строения черепа и плечевого пояса, не очень постоянную, хотя и повышенную температуру тела). Может быть, яйцекладущими были все первые млекопитающие...

Мы с тобой говорили уже о том, как удивительно закономерно и одинаково менялись иногда в эволюции самые разные животные. Это называется параллелизмом. Параллелизмы много раз наводили некоторых ученых на мысль, что эволюция как будто имеет цель. Снова и снова всплывали старые идеи натурфилософов о том, что если не все животное царство, то по крайней мере значительная часть всех живущих и вымерших животных — это просто разные стадии на пути к человеку. Ну а человек в этом случае и есть цель природы...

Говорили мы и о том, что такая как бы целеустремленность имеет свои не простые, таинственные, но, надо думать, вовсе не сверхъестественные причины. Какие? В ходе развития среда предъявляет (с помощью естественного отбора) все новые требования к совершенству организации животного. Сходные условия жизни — сходные и требования...

Ну а сами новшества — разные признаки, появляющиеся и попадающие под оценку отбора, — тоже не случайны. Они в большой мере предопределены всем прошлым развитием живых существ. У родственников прошлое одно, вот и появляются похожие животные или растения примерно в одном порядке, параллельно, образуя не беспорядочное множество, а четкие ряды вариантов.

Ряды вариантов видят ученые и в звероящерях, из которых большинство неуклонно приближалось по своему типу к зверям, а некоторые — примерно одновременно — даже прошли заветную границу, стали настоящими млекопитающими.

Случилось это в конце триаса и совпало по времени (наверное, не случайно) с широким вымиранием почти всех звероящеров.

ТРУДНО СТАТЬ ЗВЕРЕМ

Прежде чем стать человеком, предок должен был стать зверем. Млекопитающим! И это заняло гораздо больше времени эволюции и потребовало гораздо больших изменений во всем — строении тела и повадках, чем переход от обезьян к человеку.

Уже у котилозавров начались многозначительные перемены — изменяется место соединения позвоночника с черепом, намечается подвижная шея.

У звероящеров число позвонков в шее становится постоянным. Это постоянное число, 7 позвонков, — одно из важнейших отличий млекопитающих. И у крота, и у жирафы 7 шейных позвонков!

Порой может показаться, что на пути к зверю звероящеры испытали множество неудобств. Легко ли было совмещать в себе признаки двух столь разных классов животных?

Есть в скелете млекопитающих один признак, который долго считался очевидным доказательством происхождения млекопитающих прямо от земноводных, «через голову» пресмыкающихся. Тот сустав на затылке, к которому подвижно крепится позвоночник — мышцелок, — у млекопитающих и лягушек имеет два бугорка. У ящериц же один бугорок!

Выгоды парности и непарности мышцелка не совсем ясны ученым. Но в природе редко что делается «просто так». Чем-то древний парный мышцелок был для зверей более выгодным, чем «модный» непарный. Иногда в генной записи, в наследственности организмов, в эмбриональном развитии сохраняется память о древних утраченных признаках. Это помогает вернуть этот признак, если он понадобится снова. Но парный мышцелок земноводных наших предков, микрозавров, рептильными нашими предками (например, пеликозаврами) был «забыт» основательно. Поэтому звероящерам пришлось приобретать его вторично, переделывать из непарного!

У самых разных, развивающихся «в сторону млекопитающих», звероящеров постепенно появляется еще два бугорка в добавление к первому. Какое-то время горгонопсы, цинодонты и баурии, по-разному развитые звероящеры, вынуждены были пользоваться тройным мышцелком, что было, на наш современный взгляд, неудобно, неудобней, чем только парным или только непарным. Постепенно средний из трех, рептильный бугорок, у звероящеров становится все меньше, пока у наиболее развитых звероящеров иктидозавров (ласкоящеров, в переводе) итрилодонтов (трехрядозубов) не стал совсем маленьким, почти никаким... Первые же млекопитающие могли похвастаться самыми настоящими парными мышцелками, с большими трудностями заново (и несколько иначе) изобретенными.

Еще в прошлом веке немецкий анатом Райхерт заинтересовался различиями в строении черепов пресмыкающихся и млекопитающих. Для всех косточек черепа при внимательном изучении можно было найти соответствие (гомологию), а если соответствия не было, нетрудно было объяснить, почему его нет. А вот несколько деталей черепа различались столь сильно, что ставили в тупик самых внимательных биологов.

У млекопитающих есть довольно сложный скелет среднего уха. Одна слуховая косточка-стремечко (ты помнишь!) — появилась еще у стегоцефалов, три же других — молоточек, наковаленка и барабанная кость (на нее у зверей натягивается, как на барабан, барабанная перепонка) — взялись вроде бы ниоткуда. Но эволюция избегает изобретать что-то совершенно новое, если есть что-то старое, что можно переделать и усовершенствовать. Райхерт знал это. Он внимательно изучал зародышей млекопитающих, в том числе и человека, и понял!

У зверей и рептилий по-разному устроена нижняя челюсть. Сустав, позволяющий всем четвероногим кусать, унаследован, видимо, еще от третьей жаберной дуги древних предрыб-агнат. У всех четвероногих (кроме млекопитающих) и еще у птиц в суставе сходятся сверху так называемая квадратная кость, а снизу — сочленовая нижнечелюстная кость. Есть у них в нижней челюсти еще и угловая кость и еще 5 костей. У млекопитающих же (у нас, значит, тоже) этих трех костей во взрослом состоянии как будто нет. А в зародышевом, эмбриональном, есть! У зародыша они образуют челюстной сустав, как у древних рептильных и земноводных предков!

Дальше оставалось только проследить, как квадратная, сочленовая и угловая кости становятся с развитием зародыша все тоньше, незаметней. Они сдвигаются назад, в ухо, где превращаются в

наковаленку, молоточек и барабанную косточку среднего уха. Новый же челюстной сустав образуется зубной костью (только она одна и остается из всех многочисленных нижнечелюстных костей древней кистеперой рыбы), а сверху — чешуйчатой костью, занятой у земноводных и рептильных «гадов» совсем другими обязанностями.

То, что Райхерт наблюдал в эмбриональном развитии человека, палеонтологи увидели в черепах ископаемых звероящеров. Звероящеры и первые млекопитающие взяли на себя все трудности переходного периода. У них действовали одновременно оба челюстных сустава (точнее, один сустав, но двойной). Кости были тоньше и меньше, чем у пеликозавров, и становились еще тоньше. Может быть, у каких-нибудь не дошедших до нас в окаменелостях животных они одновременно исполняли и старые, и новые обязанности. Работали как орган слуха и еще справляли должность челюстного сустава! Шум в ушах у этих наших предков, должно быть, стоял во время жевания необычайный. Но чего не стерпишь, если надо для прекрасного будущего!

Два сустава рядом — это было неудобно. Современный исследователь, палеонтолог из ФРГ доктор О. Кюнн, пишет: «Зачем такое превращение терапсидам (звероящерам. — А.Г.), совершенно неясно. Оно связано с рискованными стадиями развития. Промежуточное состояние — два сустава рядом друг с другом — едва ли было функционально полезно. Это состояние мы наблюдаем у диартрогнатуса из верхнего триаса. Здесь работает уже новый сустав, но и старый остается и еще не включен в среднее ухо, чтобы здесь помогать в передаче звуковых колебаний».



Кадр из знаменитого анимационного фильма Би-би-си об ископаемых четвероногих. Плацерия, двухзубый растительноядный диартрогнат из триаса, на каждый признак, свойственный ящерам, имел один, характерный уже для млекопитающих. Пополан!

Рис. Плацерия

ПРИСПОСОБЛЕНИЕ ВПРОК?

В эволюции часто появляются какие-то приспособления, которые в момент появления вроде бы еще и не нужны. Они даже мешают. Тройной мышцелок и двойной челюстной сустав звероящеров очень яркие примеры такого «приспособления впрок» — ты помнишь, о преадаптации, «приспособлении впрок» мы говорили в главе о появлении челюсти в эволюции наших предков.

Приспособление впрок... Если мы говорим о превращении челюстного сустава в механизм среднего уха в онтогенезе — зародышесом развитии человека, то это выражение вполне понятно. В зародышесом развитии все превращения заранее спланированы. Есть задача — построить хороший орган слуха. Есть разработанная и записанная в генах «технология» — дать сначала развиться жаберной дуге, потом превратить две косточки этой дуги в первичный челюстной сустав, потом косточки челюстного сустава, видоизменив, встроить в среднее ухо, превратить в слуховые косточки. А разросшуюся зубную кость нижней челюсти соединить непосредственно с одной из костей верхней челюсти. Все действия наперед оправданы конечной целью.

Но в том же порядке, оказывается, все шло и в эволюции у самых настоящих звероящеров. Двойной временный неудобный сустав у зародыша человека не работает. Но у иктидозавра он не был временным. Звероящер с ним жил. Зачем ему было терпеть такое неудобство? Во имя будущего? Но такое объяснение противоречит одному из основных правил учения Дарвина: ничего чудесного, всякое изменение в эволюции было случайным. Закреплялось случайное изменение естественным отбором — если оказывалось нужным тем животным (или растениям), с которыми эти изменения происходили. Нужным сегодня, а не завтра.

Вот почему дарвинист Симпсон, сказав «приспособление впрок» и назвав несколько интересных примеров такого приспособления (например, длинные зубы у лошади появились задолго до того, как они ей всерьез понадобились), каждый раз пытается найти причину такого изменения. Ведь мы далеко не все знаем о жизни вымерших животных. И то, что нам теперь кажется дальновидным приспособлением, которое было создано впрок, как бы для нас, потомков, было почему-то бесполезно тому животному, у которого это неудобное, с нашей нынешней точки зрения, устройство появлялось.

Очень долго ученые не могли понять, как появились крылья у насекомых. Самые древние известные им насекомые были уже с крыльями. Бескрылые насекомые появились позже. Одни из них («первичнобескрылые») с самого начала не были крылаты, но они не были предками крылатых насекомых. Другие (например, клопы, некоторые жуки) потеряли крылья позже, за ненадобностью. Только недавно, тщательно изучив, сравнив развитие крыльев у разных насекомых, ученые заметили связь крыльев с

органами дыхания. Ведь насекомые не делают вдохов-выдохов, им как-то иначе надо прогонять воздух через дыхательные трубочки — трахеи. Возникла мысль, что на первых крыльях не летали, ими только вентилировали! Но ведь и комнатный вентилятор взлетит, если прибавить ему оборотов!

Очень может быть, что, когда членистоногие предки насекомых выходили из воды на сушу, в атмосфере Земли было гораздо меньше кислорода, чем сейчас. Чтобы выудить этот кислород из воздуха, не было другого выхода, как прогонять его с повышенной скоростью через органы дыхания. Появился вентилятор как жизненная необходимость. Крылышки вентилятора медленно и постепенно, по всем правилам эволюции, росли, становились все лучше. Но однажды количество кислорода в воздухе резко увеличилось. В конце каменноугольного периода его стало, наверное, даже больше, чем сейчас, — тогда и появились первичнобескрылые насекомые. Что крылатым делать с ненужным больше вентилятором? Можно превратить его в крылья — так был завоеван воздух. Можно ликвидировать крылья. Появились вторичнобескрылые насекомые.

Так находят объяснение «приспособления впрок». Но беда в том, что каждое такое объяснение нужно искать каждый раз заново. Всегда это трудно, и, может быть, для некоторых, даже многих загадочных случаев, так и не найдется «нормальных» дарвинистических объяснений. Но это не будет означать, что реальных причин, веских собственных резонов (которые нам неизвестны) не было у тритилодентов и цинодентов терпеть «неудобства» тройного шейного мышечка или двойного челюстного сустава.

Скорее всего, двойной челюстной сустав приносил какие-то выгоды. Какие? Может быть, с ним неудобно было кусать, но удобнее жевать. Зверозубы постепенно приучались тщательно пережевывать пищу...

ЛУЧШЕ И ДЫШАТЬ, И ЖЕВАТЬ!

Это еще одно важное превращение, происходившее со звероящерами. Про это превращение уж никак не скажешь, что оно было «приспособлением впрок», для неблагоприятных потомков...

Пеликозавры и первые звероящеры ели так, как едят современные гигантские ящерицы — вараны. Острыми зубами они рвали мясо, а потом судорожно, поспешно заглатывали, давясь, размахивая мордой, проталкивая скорее кусок передними лапами. Тупость и жадность? Ничего подобного! Иначе ни современные вараны, ни наши древние предки есть и не могли. Верхняя челюсть рептилий была устроена так, что животные могли дышать либо через рот, либо через специальные носовые отверстия — хоаны, появившиеся впервые еще у кистеперых рыб рипидистий (а также у двоякодышащих).

Хоаны давали возможность дышать с закрытым ртом. Удобно? Конечно. Но путь для воздуха через хоаны был очень короток. Они проходили в рот, и все. Когда ящер кусал, рот его заполнялся и он не мог дышать! Вот откуда такая неприличная поспешность при поглощении пищи. Правда, до поры до времени ящерам не приходилось особенно жалеть о своем природном недостатке. Зубы у них были устроены так, что могли только кусать, и особых причин задерживать пищу во рту у них не было.

Но у зверозубов развились жующие, коренные зубы. И вот параллельно этому превращению у них начинается еще одно важное изменение. Спереди, от рта в верхней челюсти начинает расти особая костная перегородка — вторичное небо. Все этапы этого совместного развития зубов и вторичного неба, отгораживающего носовые ходы от рта, проследили палеонтологи в эволюции звероящеров. Сначала небольшая перегородка, козырек, который только и мог, что облегчить дыхание в момент захвата добычи. Потом козырек дорос до середины неба и уже неплохо, наверное, справлялся со своими обязанностями. И наконец, у самых похожих на млекопитающих последних звероящеров было и настоящее небо, и настоящие жующие коренные зубы.

Диартрогнаты, тритилоденты — небольшие, с мышей и крыс ростом, полузвери-полуящеры — могли уже тщательно пережевывать пищу. Только на момент глотания дыхание останавливалось. Неудобство? Да! Но — увы! — пока еще эволюция не создала зверей, которые могли бы и глотать и дышать одновременно. Но уже изобрела способ, как обойти это неудобство.

Мы с тобой не совершенны — не дышим в момент глотания. И в принципе можем подавиться застрявшим, плохо прожеванным куском.

А вот детеныш кенгуру, после того как, родившись, доберется до сумки матери и вцепится в сосок, на время приобретает такую организацию носоглотки, что спокойно дышит, не захлебываясь, когда мать с

силой наполняет его рот струей молока. И если бы сумчатые развивались независимо от нас еще сотню миллионов лет, глядишь, они бы приобрели и во взрослом состоянии эту интересную и важную особенность своих сосунков — и дышать и глотать одновременно.

...Иногда рождаются люди с врожденным уродством — отсутствием вторичного костного неба. Это уродство называется «волчья пасть», но совершенно необоснованно, ведь у волка есть свое прекрасное вторичное небо.

«Волчья пасть» была у тебя и у меня во время раннего зародышевого развития. Вторичное небо появляется не сразу, как оно не сразу появилось у позвоночных предков. И время от времени эта ранняя зародышевая стадия — воспоминание о невероятно давнем прошлом — проявляется и у взрослых. Мы говорили: вряд ли что в эволюции появляется просто так, без всякого смысла. Уродства-воспоминания типа «волчьей пасти» появляются с определенной частотой и, может быть, с определенным смыслом: вдруг старый забытый признак пригодится, придаст новую силу потомкам звероящеров. Это как бы вопрос, время от времени задаваемый природой естественному отбору: нужен признак или не нужен, вреден? И у людей и у зверей «волчья пасть» — уродство, тяжелая врожденная болезнь. Звери от нее погибают. Люди, если даже и женятся, остерегаются иметь детей, боясь появления в своей семье еще одного несчастного человека... С вторичным небом на современной Земле жить явно лучше.

ОНИ БЫЛИ ТЕПЛЫЕ И ПУШИСТЫЕ

Есть в биологии закон корреляции, впервые сформулированный в прошлом веке великим французским палеонтологом Ж. Кювье.

Ни один орган в теле животного не существует сам по себе. Он связан со всеми другими органами, и, если меняется, должны меняться, подстраиваясь под эту перемену в той или иной мере, остальные органы животного. Кювье так верил в эту связь-корреляцию, что брался по одной ископаемой кости восстановить весь облик вымершего животного. Не все ему верили, иногда высмеивали, и однажды он решил подвергнуть свой метод публичному испытанию. В раннетретичных (60 миллионов лет назад) гипсовых отложениях под Парижем находили много ископаемых костей. И однажды Кювье привезли обломок породы, из которого торчала передняя часть какого-то маленького скелета. Рассмотрев зубы зверька, Кювье объявил, что в камне скрыты останки древней сумчатой крысы. До той поры никто не встречал сумчатых животных в Европе, и заявление Кювье вызвало изумление и интерес.

Собрав сомневающихся зоологов, Кювье торжественно и осторожно очистил скелет от камня. В задней части скелета, у таза, открылись две небольшие косточки, которые есть только у сумчатых животных, их так и называют «сумчатые кости».

Когда в эволюции что-то менялось, например, у звероящеров появились жующие коренные зубы, это вызывало целую цепочку перестроек, каждая из которых в отдельности непонятна и может показаться «приспособлением впрок». Для жевания нужна мускулатура — совсем другая, чем для кусания, и вот целый ряд костей в черепе меняется. Эти изменения могут привести к двойному челюстному суставу звероящеров, который нам кажется таким неудобным. Он и стал в какой-то момент неудобным и, может быть, поэтому превратился со временем в чуткое ухо млекопитающих.

Для жевания нужно вторичное небо, и оно тоже появляется. Жевание улучшило пищеварение, а это могло ускорить для звероящеров продвижение к теплокровности, этому важному признаку млекопитающих. Длинные носовые ходы потом опять же пригодились теплокровным зверям: в них воздух согревался и очищался. Еще одно «приспособление впрок» получает естественное объяснение...

А дальше... Получив с помощью вторичного неба что-то вроде носа, звероящеры вполне могли стать на новый путь развития органов обоняния. К носу стягиваются нервные окончания (у млекопитающих подвижный влажный нос), и «усы»-вibrиссы около него становятся чуть ли не самым главным органом чувств... Но только ли у млекопитающих?

Палеонтологи внимательно присмотрелись к черепам самых развитых зверозубов. И они обнаружили на концах морд некоторых древних предков млекопитающих специальные выемки для мышц, приводящих в движение нос, и крошечные отверстия в кости — тепловоды для нервных окончаний и кровеносных сосудов. У бинотериев — древних тритилодонтов, строением зубов напоминающих современных зайцев, — и нос был, почти как у зайцев. Почти наверняка он был подвижным, чувствующим!

И у другого, хищного тритилодонта палеонтолог Е. Тениус обнаружил вокруг ноздрей целое решето сквозных отверстий через кость; по этим отверстиям подводилась кровь к мягким губам, которыми в принципе можно было бы... сосать молоко! Были найдены у этих тритилодонтов и «усы» — чувствующие волоски около рта.

Биологи давно подозревали, что волосы—эти роговые потомки чешуи древних рептилий — впервые появились на теле не везде, а лишь около носа в качестве вибрисс: чувствующих «усов». Но раз уж они появились, были изобретены, ничто не мешало им, когда это понадобилось, разойтись по всему телу, стать тем, чем они являются теперь, — шубой, способом сохранения тепла тела.

Что же тогда мешает представить себе тритилодонтов целиком волосатыми? мех плохо сохраняется в земных слоях, особенно если срок хранения сотни миллионов лет, но ученые все-таки находят волосы у некоторых немлекопитающих животных!

В сланцах — окаменевших глинах позднеюрской эпохи (140 миллионов лет назад) — около Вюртемберга (ФРГ) палеонтологи нашли скелеты древних летающих ящеров с... самыми настоящими волосами. Не так давно российские ученые раскопали в отрогах Туркестанского хребта в слоях примерно такой же давности одного из таких волосатых ящеров-летунов. Потрясение ученых необычным обликом животного хорошо отразилось в названии, которое они дали чудовищу: нечисть волосатая. В меловых породах Китая находят даже и не звероящеров, а динозавров, полностью или частично покрытых то волосами, то перьями.

А волосатость может означать только одно: ящеры могли быть теплокровными. Волосатость и теплокровность необходимо связаны друг с другом. Почти голые киты, моржи, носороги, слоны, гиппопотамы (да и мы с тобой) нисколько не меняют смысла этого правила, безволосость в этих случаях вторична. Это легко доказывается эмбриологическими исследованиями — зародыши всех этих животных и человека на той или иной стадии развития волосаты!

Одной из новейших, еще не отшумевших сенсаций можно считать находку на юге Австралии целой группы полярных, морозоустойчивых динозавров (это раз и навсегда отменяет распространенную когда-то гипотезу повсеместного вымирания ящеров в конце мелового — начале третичного периода от некоего планетарного похолодания). Их нашли в месте, где издавна идут раскопки палеонтологов и уже сделано немало открытий — на берегах Динозавровой Бухты. Волос и перьев там как раз пока и не нашли. Там самое интересное — место и время. Время — ближе к началу мелового периода, 122-113 миллионов лет назад. Место — самый центр раскаляющегося, но еще не расколовшегося окончательно единого тогда праконтинента Австралии и Антарктиды. Южный полюс, как и сейчас, был южнее, на территории Антарктиды, но совсем близко. Широта места была 78 ± 5 градусов южной широты. Сегодня в нашем северном полушарии это широта Северной Гренландии.

Конечно, мел был гораздо более теплым периодом, чем наше время — сплошного оледенения не было, не было и вечной мерзлоты, но зимы, достаточно суровые, когда грунт в этих местах тогда промерзал на несколько метров, были — это австралийские ученые установили точно. И долгая полярная ночь была. Сегодня где-нибудь в районе Архангельска ящерицы и змеи попадают, но только в разгар лета — в остальное время они в оцепенении ждут следующего лета. Как они выживали? Тщательные многолетние исследования небольших — с сурка — австралийских динозавров показало, что среди них тоже были впадающие на зиму в спячку. В костях таких надолго замирающих животных есть «линии задержки роста» — что-то вроде годовых колец у деревьев... Но несколько видов явно сохраняли активность круглый год и не похоже, чтобы у них были сезонные миграции, как у современных птиц. При этом у одного из них, льяйелипозавра нашли в черепе вздутие на месте зрительного центра мозга. Видимо, эти ящеры обладали необычайно развитым ночным зрением, что позволяло им охотиться ночью, в том числе и полярной ночью.

Итак, антарктические динозавры и летающие ящеры были теплокровными. Возможно, они высидели свои яйца... А звероящеры, предки? Вибриссы на конце морды еще недостаточное свидетельство...

У высокоразвитого собакозуба диадемодона в носовых ходах нашли большие обонятельные раковины. Подобные раковины есть у всех зверей. Правда, у зверей два вида этих раковин: верхние — чисто обонятельные, и нижние — назначение которых удлинить, искривляя, путь воздуха перед тем, как он попадет в трахею. Нужно это для увлажнения и обогрева воздуха... Нижних раковин у звероящеров все еще не нашли. Это было бы окончательным доказательством предположения, высказанного палеонтологом из ФРГ О. Кюнном: и диадемодоны и тритилодонты, зайцеобразный и хищный, — все они с очень высокой вероятностью могли быть и теплокровными и волосатыми. В этом случае, увидев их, мы почти наверняка

приняли бы их за каких-то не известных нам зверей, млекопитающих. Из шкур этих «ящеров» можно было бы и шубу теплую и шапку сшить.

Конечно, температура их тел не могла быть такой строго постоянной, как у теперешних высших зверей. В лучшем случае она была повышенная, но непостоянная, как у утконоса и ехидны.

И тут возникает множество новых волнующих вопросов. Например, такой.

А что, если и диадемодоны и тритилонты могли, подобно утконосу, выкармливать своих детенышей молоком? Ведь у утконоса нет настоящих млечных желез с соском. Есть только несколько измененные потовые железы, из которых в складки на брюхе натекает по капле жирная питательная жидкость... Утконосики не сосунки, — а, скорее, лизунки, они слизывают молоко из этих складок. Кстати, молочные зубы утконосиков необыкновенно похожи на зубы диадемодонов...

Если бы у диадемодонов и тритилонтов было бы заведено кормить детенышей выделениями из желез на брюхе, разве бы мы заметили это по их костям?

Оказывается, заметили бы! У утконоса есть так называемые сумчатые кости. У него, правда, нет сумки, но эта сумка наверняка когда-то была (она временно развивается у близкого родича утконоса — ехидны).

Так вот: сумчатые кости есть и у высших, дольше других проживших юрских звероящеров тритилонтов. Значит, у них была сумка, в которой они вынашивали яйца и проклюнувшихся детенышей, как у ехидны. Российский исследователь Л. П. Татаринов пишет, что молочные железы, развившиеся из потовых, первоначально, наверное, увлажняли новорожденных и яйца, создавая в сумке «микроклимат», полезный для детворы. Но потом жирная влага могла пойти и в пищу. Ведь у высших звероящеров были мягкие губы — не для сосания ли?

Американский палеонтолог Дж. Симпсон считал, что утконоса вообще зря записали в класс зверей. По его мнению, в нем больше признаков пресмыкающегося, чем в самом древнем ископаемом млекопитающем. Утконос и ехидна, по мнению Симпсона, — это дожившие до наших дней звероящеры! Их мы относим к млекопитающим скорее согласно определению млекопитающих (молоком ведь питают!), чем с точки зрения истории их развития.

Если продолжить эту мысль, то можно и так сказать: звероящеры могли уже быть и пушистыми, и теплокровными, и питать зародышей молоком, но млекопитающими, то есть настоящими зверями они еще не были!

Но ведь можно сказать и иначе: последние животные, которых мы считаем звероящерами, на самом деле были примитивными, но зверями, млекопитающими животными.

Где же тогда проводить границу между ящерами и млекопитающими? И есть ли она, эта граница?

Рис. Цинодонт



ГДЕ ПРОВЕСТИ ГРАНИЦУ?

Самые разные звероящеры параллельно (хотя и не совсем одновременно) приобретали признаки млекопитающих. Это значит, что к зверям вело несколько линий развития и, может быть, несколькими линиями происходило превращение некоторых мелких звероящеров в зверей. Про такое — из нескольких корней — происхождение ученые и говорят поученому: оно было полифилетическим.

Полифилетическое происхождение — оно вовсе не означает, что у нас с тобой было много разных предков среди первых млекопитающих. Нет! Разные виды и тем более роды и семейства животных друг с другом, как правило, смешиваться не могут. Это просто означает (так сейчас думают очень многие палеонтологи), что млекопитающих можно разделить на группы, ведущие начало от

разных родов рептильных предков.

Один из них дал начало высшим, живородящим зверям (плацентарным и сумчатым). Другой — яйцекладущим зверям, третий — многобугорчатым (по строению зубов) зверям, не дожившим до наших дней. Были и другие разновидности зверей, которые вымерли.

Один общий род-предок у всех этих первых млекопитающих был. Но он не обязательно был млекопитающим. Некоторые ученые прослеживают в строении зубов разных звероящеров те же различия, которыми отличаются друг от друга первые млекопитающие, и делают вывод, что общего предка всех живших на Земле млекопитающих нужно искать отнюдь не в конце ветви звероящеров. Ветви-то, собственно, и не было, был куст, то есть много параллельных ветвей от одного корня. Ну, а «корень», то есть общий предок всех млекопитающих и их непосредственных предков-звероящеров?

...Но если проследить истоки самих звероящеров, то, помнишь, и они не сходятся в точку в самом начале, при появлении этих животных. Даже высшие из звероящеров зверозубы-териодонты, которые ведут свое происхождение не просто от пеликозавров, а конкретно от сфенакодонов, выходят из этой группы сразу несколькими линиями. Но если эти линии попытаться свести в точку, то точка опять-таки отодвинется к началу, может быть, за пределы сфенакодонного «куста».

Очень может быть, что часть звероящеров (не зверозубов) произошла совсем от других пеликозавров, не сфенакодонов. Но это и им не помешало продвинуться «по пути к зверю» достаточно далеко!

И раз уж зашел этот разговор... Пеликозавры происходят от котилозавров-капторин, рептилий еще примитивных, во многом похожих на земноводных. И среди многих котилозавров ученые обнаруживают «стремление превратиться в пеликозавров». Были среди капторин «прогрессивные» разновидности с зубами, сидящими отдельно от челюстной кости, в специальных углублениях.

Значит, скорее всего, и истоки пеликозавров среди капторин не там, где кончается род-предок и начинаются пеликозавры, а в самой гуще капторин, некоторые из которых начали развиваться «в нужную сторону» чуть ли не с самого начала.

А с самого начала были примитивные четвероногие с зубами, унаследованными от кистеперых рыб, — лабиринтного типа. Лягушкоящеры, помнишь, мы говорили о них. Немного их осталось в слоях земных — сеймуриаморфы, микрозавры, гефиростеги, и трудно решить, от кого из них и как происходили котилозавры, но почему бы не продолжить наметившуюся закономерность? Может быть, и котилозавры вышли из самых несовершенных, самых еще ранних, близких к амфибиям первых пресмыкающихся несколькими параллельными ветвями...

Ты заметил, намечается что-то вроде закона для всего древа наших предков... Каждая следующая группа в цепочке предков вела свое происхождение от самых примитивных, древних, ранних, еще не успевших определиться родов предыдущей группы. Поэтому, во-первых, многие новые колена появляются полифилетично, то есть в нескольких разновидностях сразу. Звероящеровая стадия, например, — это неизбежный этап развития на эволюционном пути сразу нескольких линий пеликозавров.

Во-вторых, поэтому звероящеры и млекопитающие несут в себе столько старых, дорептильных, устаревших, казалось бы, черт строения. Они, конечно, не произошли непосредственно от земноводных, как думали английский дарвинист Гексли и французский эволюционист Э. Перрье. Они прошли через стадию рептилий. Но прошли как бы своим путем, «по задворкам», сохранив при этом некоторые древние черты земноводных.

Российский исследователь Л. П. Татаринов перечисляет эти свойства, роднящие нас с земноводными через голову пресмыкающихся (вторично приобретенный лягушачий мышцелок не в счет).

...Почки млекопитающих больше похожи на почки земноводных.

...Выделяется из этих почек у млекопитающих мочевины (как у амфибий), а не мочевая кислота, как у большинства рептилий и птиц.

...Сердце млекопитающего совершенней, чем у земноводных и у пресмыкающихся. Но вывести его происхождение легче от сердца земноводного.

...Кожа млекопитающих, пожалуй, ближе по своему устройству к влажной, дышащей коже

земноводных, чем к роговым, чешуйчатым сухим покровам пресмыкающихся. И это не вторичное сходство! Российский палеонтолог П. К. Чудинов не так давно исследовал редкость — окаменевшие остатки кожи на черепе возможного предка или родоначальника звероящеров дейноцефала из слоев пермского периода в Западном Приуралье. Никаких чешуи! Кожа дейноцефала была голая и содержала огромное количество пор и желез — до 600 на квадратный сантиметр. Что выделяли эти железы — пот, слизь или еще что, — неясно. Но ясно, что эта кожа похожа, с одной стороны, на кожу млекопитающих, а с другой — на кожу амфибий. И не похожа на кожу рептилий.

Помнишь, мы говорили, что в науке редко что пропадает зря, даже ошибки. Млекопитающие и их предки-звероящеры не произошли от земноводных, как думали Гексли и Перрье, но прошли через «рептильность» настолько своим, особым путем, что можно сказать: Гексли и Перрье были отчасти правы, выделяя черты сходства земноводных и млекопитающих.

Мы говорили и о том, что два пути проникновения в прошлое — сравнительно-анатомический и палеонтологический — хотя и заняты как будто одним делом (они устанавливают родственные отношения в мире живого), часто приходят в столкновение. Близкие, по палеонтологическим данным, а в последние годы XX века еще и по данным молекулярной биологии родственники оказываются на разных полочках классификаторов. Последние зверозубы и первые млекопитающие могли быть в некоторых случаях кровно ближе друг к другу, чем разные зверозубы и разные млекопитающие с соседом по классификационной таблице. Многие ученые склоняются к мысли, что некоторые виды и роды знакомого тебе семейства трилодонтов-трехрядозубов были уже млекопитающими животными, а другие трилодонты были еще звероящерами! Животные одного семейства, но из разных классов!

На страницах серьезных научных изданий в веке уже XXI можно найти такое название для группы отрядов, как «Cetartiodactils». Русского перевода этого латинского словообразования еще нет. Наверное, оно звучало бы как «китово-парнокопытные». А как еще назвать труп, в которой киты кровно оказываются гораздо ближе к бегемотам, чем бегемоты к бесспорным собратьям по отряду парнокопытных, например, косулям? Такие группы животных, объединенных генетическим родством, называют кладами, а их родословные деревья — кладограммами. Некоторым ученым подобные противоречия между систематикой и родством кажется чем-то ужасным. Появляются, например, предложения продлить класс млекопитающих в прошлое, захватив всех возможных предков, и звероящеров, и пеликозавров, и чуть ли не некоторых котилозавров. Тогда, глядишь, попадут в наш класс и «лягушкоящеры», а то и земноводные наши предки. Почему бы не включить туда же и кистеперую рыбу?

Но станет ли сама эволюция понятнее от таких перетасовок названий и границ? Нет! Скорее всего, и с этим противоречием эволюции ученым придется смириться. Систематика, ее полочки и разряды, хоть и помогает ориентироваться в море эволюции, это все-таки что-то искусственное, построенное людьми. А потому она всегда будет приходить в столкновение с отношениями родства, с естественным генеалогическим древом наших предков.

Так что старая Багира, называвшая Маугли лягушонком, была все-таки не права.

ПОЧЕМУ ОНИ ВЫМЕРЛИ?

История любой части Земли, подобно жизни солдата, состоит из долгих периодов скуки и коротких периодов страха.

Д. Эгер, американский геолог

Почему вымерли в конце триаса — в начале периода почти все звероящеры? «Почти» здесь вставлено и потому, что некоторых нынешних млекопитающих порой причисляют к сильно продвинутым звероящерам, и потому, что одного из звероящеров нашли все же не так давно в кайнозойских отложениях, на 100 миллионов лет более молодых, чем самые старые прежние находки. Потрясение, испытанное канадскими учеными по этому поводу, отразилось в его названии — хронооператес парадоксус, что можно перевести как «парадоксальный бродяга во времени».

Они могли жить рядом с млекопитающими и жили и конкурировали с ними не без успеха. Ведь в них было уже почти все, чтобы бороться за жизнь, они во многом были не хуже млекопитающих. Ведь в них было уже почти все, чтобы бороться за жизнь, они во многом были не хуже млекопитающих. Но они, в в триасе владевшие сушей, в основном все же вымерли. А обычные ящеры, не пошедшие в звери — динозавры, летающие, плавающие, ползающие и прыгающие завры, — не просто жили еще две эпохи, а господствовали в них. Но и они вымерли, в конце мелового периода, около 70 миллионов лет назад.

Если ты спросишь, отчего вообще есть смерть, почему каждое живое существо умирает, ответить можно так: смерть необходима, чтобы освободить место для других. Рождение и смерть одинаково нужны эволюции живого, ибо через смену поколений происходят ее медленные превращения.

Примерно то же иногда говорят и о вымирании целых видов, родов, семейств, отрядов животных. Эти вымирания, во-первых, неизбежны (каждая группа живых существ рано или поздно устаревает, не поспевая за развитием более современных новых групп), а во-вторых, тоже необходимы, чтобы освобождать кормные места для более прогрессивных групп.

Ведь если бы не вымерли динозавры, млекопитающие так бы и остались в виде крысоподобных небольших существ в своих норах, прячась от беспощадных завров, как они прятались полтора миллиона лет без особенного развития и прогресса.

Но это самые общие рассуждения. Объяснить конкретные вымирания намного сложнее. Часто вымирает не одна-две группы, а множество, происходит большое обновление населения планеты — и это не может не привлечь внимание палеонтологов и геологов. Что такое случилось на Земле, откуда эти массовые кладбища? Почему вымерли все сразу? Поневоле геологи начинают подыскивать какие-то общие всепланетные причины вымираний, катастрофы. Правда, даже самые «внезапные» вымирания происходили не в один день, а в тысячи, а то и в миллионы лет. Они внезапны, только если рассматривать их в геологических отложениях. Такие растянутые катастрофы геолог И. Вальтер в начале века назвал анастрофами.

Анастрофа звероящеров грянула в конце триаса — начале юры, и многие палеонтологи искали ее причины в больших климатических изменениях.

Помнишь, мы говорили о климатах девона. Девон был сухой и жаркий. Из-за этого пересыхали реки и озера. Из-за этого вынуждены были выйти на сушу сначала кистеперые рыбы, а потом и первые настоящие земноводные.

Говорили мы и о климатах карбона — каменноугольного периода. Самое начало его было влажным и теплым — по всей планете закладывались каменноугольные месторождения. Но к концу карбона — началу пермского периода многое переменилось. Огромный материк Гондвана, включавший современную Южную Африку, Австралию, Южную Америку, Индию и Антарктиду, был охвачен грандиозным оледенением — гораздо большим, чем недавнее оледенение северного полушария (правда, некоторые ученые считают, что последнее оледенение, во-первых, еще не кончилось, а во-вторых, еще не набрало полной силы и через 30-40 миллионов лет может превзойти пермокарбонное).

Но конечно, не вся Земля была охвачена великой влажностью в карбоне или великим оледенением в пермокарбоне. Кое-где было сухо и жарко, как в девоне. Поэтому, говорили ученые, еще в каменноугольном периоде некоторые земноводные стали все больше «отвыкать» от воды. Кожа их грубела, переставала быть вечно влажной, их зародыши выходили из яиц все более сформировавшимися — исчезала стадия водоплавающей личинки. Появились яйца в плотной оболочке. Это были уже ящеры. С другой стороны, собаки, когда им жарко, они не могли размахивать широкими ушами (так выводят тепло из тела слоны). Короче, у них не была налажена терморегуляция. И они... гибли от перегрева.

Но эта точка зрения вызывает массу возражений. Даже если изменившийся климат и давал преимущества обычным рептилиям, то почему это произошло по всей Земле? К тому же терморегуляция звероящеров хоть и была плохой (с нашей точки зрения), вряд ли она была хуже терморегуляции каких-нибудь текодонтов, предков динозавров или древних крокодилов. Скорее всего, дело было не в угнетающем действии того или иного климата, а в том, что улучшение климата способствовало развитию и конкурентоспособности соперников звероящеров.

К концу своего века звероящеры мельчают. Но это вовсе не обязательно означает какое-то таинственное вырождение. Звероящеры мелкие имели какое-то преимущество перед крупными. Если все-таки дело в резком триасовом потеплении, то мельчание звероящеров можно объяснить так: Чем меньше тело, тем больше у него, относительно веса, поверхность, а значит, лучше отводятся излишки тепла.

Но именно эти мелкие последние звероящеры оказались конкурентами своих потомков, первых настоящих млекопитающих, которые тоже были мелкими, жили рядом со своими предшественниками и питались тем же кормом. По правилу дивергенции, звероящеры, как менее приспособленный, исходный, промежуточный тип в этой конкуренции, были обречены: победителями вышли более прогрессивные млекопитающие.

Но до конкуренции с торжествующими динозаврами млекопитающие еще «не доросли». Прячась в норах и в густой листве деревьев, наши крошечные предки развивались медленно и незаметно, порой вымирая целыми родами и отрядами.

Но в своем «подполье» они не стояли на месте. Совершенствовали терморегуляцию, нервную систему, мозг.

На Земле была эра теплого, мягкого климата — юрский и меловой периоды. Вырвавшись из-под власти вымерших ночных хищников, звероящеров, по планете распространились, захватывая все новые стихии, другие ящеры: ихтиозавры — в море, птерозавры — в воздухе, динозавры — на суше.

Новая перемена декораций наступила только в конце мелового периода.

В «подполье», в норы, в щели между камнями и под корнями деревьев уползли, в свою очередь, мелкие лепидозавры (обычные ящерицы), в воде сохранились крокодилы, самостоятельно сумевшие изобрести вторичное небо, да под прикрытием панцирей смогли пережить новую анастрофу черепахи — прямые потомки древних котилозавров.

Все остальные ящеры вымерли. И на суше и в реках и в морях. Причем в океане быстрее, чем в реках и на суше. В целом по Земле число родов всяких живых существ уменьшилось более чем вдвое, то есть вымирали не только динозавры. Такое планетарное вымирание трудно объяснить какими-то большими климатическими переменами, которые на самом деле проявляются только в сдвиге климатических зон по широте. За такими сдвигами легко перемещаться, чтобы уцелеть. Выжили же (хотя и с трудностями) тогда даже коралловые рифы, которые не могут перемещаться и могут существовать только в тропиках — они бы и дня не прожили, опустилась температура в океане ниже четырех градусов. Или болотный кипарис в тогдашних приполярных районах...

Поневоле многие ученые (хотя и неохотно) обращаются к гипотезам о великих, но кратких, почти мгновенных не климатических катастрофах в геологическом прошлом, вероятность которых хоть и мала, но не равна нулю. Раз в 50 — 100 миллионов лет, как подсчитали астрономы, довольно близко от Солнечной системы должны были происходить грандиозные взрывы сверхновых звезд. Как посчитал канадский ученый У. Такер, потоки рентгеновского и гамма-излучения могли уничтожить озоновый слой, что пропустило к поверхности еще и жесткое ультрафиолетовое излучение Солнца, даже сдуть часть земной атмосферы, вызвав по всей планете временный «эффект высокогорья», к которому приспособлены далеко не все животные и растения. Скорее всего, даже и в этом случае вымирание длилось тысячи или даже миллионы лет и было вызвано резким нарушением обычной пищевой цепи растения-травоядные-хищники в самом первом звене. Но... палеоботаники не сообщили палеозологам ничего утешительного. В мире растений никакой катастрофы на рубеже мела и третичного периода они не замечают. И опять же непонятно, почему излучения и эффект высокогорья в первую очередь коснулись обитателей океана, открытого моря, в том числе и микроскопических. Мелководья и суша хуже защищены от таких бедствий, а пострадали гораздо меньше.

Почти в любой современной книжке про массовые вымирания в конце мела ты прочтешь, что именно в это время на Землю упал гигантский метеорит, целая планетка — около 12 километров в диаметре. По всей Земле геологи находят слой синей глины с необыкновенно высоким для нашей планеты содержанием редкого металла иридия. Этот слой как бы точно очерчивает границу — ниже еще меловые породы, где и динозавров и других вымерших еще полно, а выше — третичные, с уже обедненным составом организмов. Нашли даже место, куда упал этот метеорит — в Мексиканском заливе есть подходящая геологическая структура, что-то вроде остатков воронки-кратера 150 километров в диаметре.

Таких древних кратеров на Земле немало, в некоторых находят и добывают микроалмазы — от удара развиваются подходящие для их синтеза условия. Катастрофы на Земле были, океанская волна, цунами от удара такого астероида могла достигать сотен метров и даже километров в высоту, опустошить побережья всей планеты и сильно испортить жизнь как морским, так и сухопутным обитателям. На полгода по всей Земле мог почти прекратиться фотосинтез — из-за густого слоя пыли, надолго затмившего солнце. Дальше, по пищевой цепочке, должен следовать мор животных и в море и на суше, а за ним и вымирание видов, родов и семейств.

Все это в принципе могло быть, но многие конкретные исследования именно этого, на верхней границе меловых отложений, вымирания противоречат гипотезе простой гибели от удара. Ни один вид или род не вымер мгновенно, всякий раз оказывается, что процесс шел никак не меньше изредка тысяч, но обычно десятков, сотен тысяч, миллионов лет. Это был не миг, а процесс, и протекал он с разной скоростью

для разных видов и состоял в очень быстром для геолога, но все же постепенном обеднении состава ископаемых организмов. И происходил все же обычно «до, а не после» — ниже иридиевого слоя, свидетеля катастрофы.

Гипотез для объяснения причин вымираний придумано множество. Но ни одна из этих гипотез пока не убедила всех ученых.

Между прочим, одна из великих эпох вымирания — это наше время.

Начав с уничтожения мамонтов в Европе и Азии, мастодонтов и гигантских ленивцев в Южной Америке, человек стер с лица Земли морскую корову (в XVIII веке), бескрылую гагарку и бескрылого голубя дронта, который был величиной с индюка, странствующего американского голубя (в прошлом веке). Вымирают сейчас прямо на глазах многие сумчатые звери Австралии и Тасмании.

Здесь причина вымирания ясна — человек, его техника, загрязнение среды. Сейчас народы и правительства встревожились, поняв, к чему может привести исчезновение животных и растений. Заключены международные соглашения об охране заповедных уголков, редких животных и птиц, воды и воздуха от загрязнений.

Нынешнее вымирание, хотя и не похожее на меловое, все же может подсказать ученым, в каком направлении надо думать, чтобы понять общие законы великих вымираний. А изучение по палеонтологическим свидетельствам великих вымираний прошлого может помочь нам в охране современной природы.

В последние десятилетия по океанам распространились морские звезды, питающиеся кораллами. И вот целые склоны подводных коралловых гор становятся мертвыми. Коралловые острова, существующие только благодаря деятельности мельчайших полипов, неумолимо строящих свои коллективные скелеты, под угрозой разрушения и исчезновения.

Почему так размножились морские звезды? Возможно, человек выбил, не зная, что делает, каких-то естественных врагов этих звезд... Все в мире связано со всем. Динозавры в мелу (а звероящеры в триасе) могли исчезнуть не от каких-то климатических изменений, а от причин, выяснить которые можно было бы, только «побывав на месте», в прошлом, изучив, например, чем болели ящеры, не было ли на их голову каких-то особо страшных паразитов, какого-нибудь зав-рового СПИДа. Ведь ни бактерий, ни вирусов, заразных и опасных для древних жителей Земли, мы не знаем и, наверное, никогда не узнаем.

Совсем недавно, несколько тысяч лет назад, в Америке — на родине лошадей — вымерли свои, американские лошади. Тоже, может быть, эпидемия. Распространилась какая-нибудь «муха цеце», перекусила всех лошадей, а они и вымерли, зараженные какой-то болезнью. Ас ними вымерла и муха...

Но основную причину вымираний биологи и палеонтологи предпочитают искать в самих организмах, в закономерностях биологической эволюции.

За привольные для них времена перми и триаса некоторые звероящеры могли «распуститься», забраться в такие закоулки специализации, приспособленности, что к другим условиям привыкнуть уже и не могли. Такие закоулки — их так и называют тупики эволюции — оказываются смертельными ловушками для попавших туда групп живых существ. Обратный ход в эволюции возможен, но редко и только если возвращаться надо не слишком далеко.

Но не всякая специализация ведет в тупик... Некоторые первые крысovidные млекопитающие, скрывшись в норы на десятки миллионов лет, сумели сохранить себя до лучших времен. Да еще звероящеровые предки утконоса и ехидны (если прав палеонтолог Симпсон) сумели как-то устоять, переждать, а утконос и ехидна дожить до наших дней. Но в этом случае высокая специализация не дала протозверям развиваться, дать начало чему-то в эволюции новому. Это живые ископаемые.

ГЛАВА ВОСЬМАЯ

в которой продолжается разговор о выгодах и невыгодах хорошей приспособленности к жизни, в которой еж и крот оказываются нашими прядяюшками, а братья по отряду, обезьяны, достигают конечной станции

ПРИЯТНОГО МЛЕКОПИТАНИЯ!

Смерть, хоть она и столь же необходима эволюции, как рождение, всегда трагедия. Вымирание вида животных не выглядит трагедией. Представьте себе, говорил один биолог, два вида-конкурента живущих рядом животных. Оба, на первый взгляд, процветают. Но в одном каждый год рождается на один процент больше детенышей, чем в другом. Ясно, при равной смертности, второй вид рано или поздно исчезнет с лица Земли — вымерет без всяких катастроф, и его место займет первый вид. Такой видят борьбу за существование дарвинисты. Так оно чаще всего и происходит в эволюции — без каких-то ужасных трагедий.

Но, может быть, не так было в конце мела. Ящеры (а с ними и некоторые группы млекопитающих) вымерли почти разом по всей Земле, на суше, в воде и воздухе, никем там не теснимые. Вымерли, оставив пустое место. Прimitивные, слабые, гонимые, но выжившие птицы и млекопитающие в один прекрасный день (этот «день», конечно, длился не одну тысячу лет) обнаружили свободную планету. И тут произошло то, что эволюционист и палеонтолог В. О. Ковалевский (брат А. О. Ковалевского) назвал адаптивной радиацией, что, в сущности, означает «взрыв жизни».

Разом в самом начале третичного периода, палеоцене закладывается большинство живущих сейчас на Земле отрядов млекопитающих животных и многих других, вымерших. (С птицами происходило примерно то же самое)

Такие «взрывы», революции, случаются на Земле не часто. Что-то подобное произошло в девоне, когда первые земноводные вышли на необитаемую сушу.

Тогда, заполняя пустые кормные места, земноводные стремительно разделились на множество групп — вначале еще очень мало различающихся, но со временем отходивших друг от друга все дальше. И вымершие большеротые лабиринтодонты и сохранившиеся до наших дней хвостатые и бесхвостые амфибии — все эти линии, по мнению многих ученых, были заложены почти одновременно, во время адаптивной радиации первых земноводных.

Линии родства всегда стремятся стянуться в точку в такие ранние, революционные эпохи. После взрыва в каждой из возникших линий развития долгие годы идет «линейная эволюция» — «период скуки», как пошутил один американский палеонтолог. Разветвление, образование видов, конечно, идет, но это разветвление «низшего порядка» по сравнению со взрывом жизни. Это понятно: ведь теперь эволюция идет на занятой территории, большую приспособительную нишу найти уже невозможно, приходится все подробнее делить прежние.

Иногда такие «взрывы жизни» можно наблюдать как бы в миниатюре, в модели, если небольшая группа животных-родоначальников попадет на пустую территорию, например на необитаемый остров.

Ч. Дарвин еще молодым человеком путешествовал вокруг света. На Галапагосских островах, расположенных в Тихом океане в 600 километрах от Южной Америки, мало животных. Те, что есть, — это переселенцы, сумевшие по воде или по воздуху добраться с

континента. Есть там вьюрки—птички, родственные американским вьюркам. И вот оказалось, что эти вьюрки, явно ведущие свое происхождение от обычных американских вьюрков, на молодых вулканических островах сумели быстро измениться, образовав множество разновидностей и видов.

Дарвин многое видел во время своего путешествия, но, может быть, главным его впечатлением, толкнувшим его мысль к теории происхождения видов, было «взрывное видообразование» среди галапагосских вьюрков.

Итак, граница конца мела — начала третичного периода (67 миллионов лет назад) была «стартовой чертой», с которой начали быстрое революционное развитие млекопитающие, до того почти полтора миллиона лет только копившие силы для разбега. Кто же были они, древние звери, вышедшие на старт?

Это были, во-первых, сумчатые. Сумчатые и плацентарные — молочные братья, потомки древних триасовых млекопитающих пантотериев. Предок имел трехбугорчатые зубы, и такой тип строения зубов с некоторыми отклонениями сохранился в главных группах зверей.

Были на «стартовой черте» и млекопитающие с многобугорчатыми зубами, может быть, более древние звери, чем трехбугорчатые. Многобугорчатые зубы в наше время есть только у новорожденных утконосиков (потом утконос становится беззубым). Это, может быть, веское доказательство большой древности утконосей родословной. Многобугорчатые вымерли 50 миллионов лет назад. Вместе с утконосами и ехиднами их называют протозверями. По мнению палеонтолога Татарина, их общий с другими млекопитающими предок не был млекопитающим. Это был какой-то еще не очень развитый, малоспециализированный звероящер из семейства цинодонт, и жил этот

«Адам» 240 миллионов лет назад, в золотом веке звероящеров пермтриасе.



Рис. Утконос

Дальше предки протозверей и зверей среди звероящеров, а потом и сами протозвери и звери развивались параллельно, независимо приобретая сначала двойной челюстной сустав, потом млекопитание и теплокровность, а потом и ухо с тремя косточками.

Общие предки сумчатых и плацентарных млекопитающих, насекомоядные пантотерии, жили долго на планете, почти не меняясь, с начала юрского периода до конца мела на территории Африки, Евразии, Северной Америки (190 — 70 миллионов лет назад). Они еще жили, постепенно сокращаясь в числе, когда их потомки, настоящие звери, стали жить с ними рядом. Общий предок человека и кенгуру жил в разгар эры динозавров, в начале мелового периода 130 миллионов лет назад.

ЗАПАСНОЙ ВАРИАНТ ЭВОЛЮЦИИ

(сокращенно)

В пермтриасе, в эпоху звероящеров, суша делилась на два огромных материка: северный — Лавразия и южный — Гондвана. В Гондване и разворачивались эти события...

Первой от Гондваны отделилась Индия. Она стала большим островом, вроде нынешнего Мадагаскара, в Индийском океане. Потом отделилась Африка. От Гондваны

осталась суша, включающая в себя современные Южную Америку, Антарктиду, Австралию.

На каждом из обломков древней Гондваны продолжалась эволюция живого. К концу мела везде вымерли динозавры. Но судьба млекопитающих сложилась по-разному. В Африке, Индии и на северных материках стали вымирать сумчатые звери. В Южной Америке уцелели и сумчатые (опоссумы), и плацентарные звери. Они и сейчас там живут рядом по-добрососедски.

В Антарктиде же и Австралии (уже отделившись от Южной Америки, они довольно долго существовали вместе) вымерли плацентарные, а остались сумчатые звери. Это значит что в том месте и в то время они были лучше приспособлены, чем мы, плацентарные. В чем именно было это преимущество? Ответа на этот вопрос пока нет вообще.

Потом жизнь в Антарктиде вымерзла вся (эта великая катастрофа Южного полушария произошла примерно 20 миллионов лет назад). Особый мир сумчатых зверей стал жить и развиваться только на одном из континентов планеты.

Что же получилось? А вот что: в изолированной Австралии сумчатые звери образовали почти все, знакомые нам, жителям Северного полушария, типы животных с одной только «поправкой»: они сумчатые!

Невозможно отличить сумчатого крота от африканского златокрота. Прыгают по австралийским эвкалиптам белки и даже более конкретно — сумчатые белки-летяги. Есть кроликоподобные существа с сумкой. Похож (был, сейчас его уже нет) на настоящего волка сумчатый волк. Разрывает муравьиные кучи сумчатый муравьед.

Ну, а обезьяны, приматы? Видные современные эволюционисты П. Эрлих и Р. Холм пишут: «Специалисты по сравнительной психологии, лингвисты и социологи могли бы пожалеть о том, что в группе сумчатых не возникло форм, аналогичных приматам...»

Да! Никого похожего на приматов, предков «сумчатых людей», не зародилось в запасном варианте эволюции. Может быть, времени не хватило? Сумчатые звери кое в чем примитивней своих плацентарных современных двойников, они медленнее превращаются, эволюционируют.

Вот подождать еще десяток-другой миллионов лет — глядишь, и сумчатые дошли бы до уровня приматов, а там и до людей рукой подать...

Но нет! Не все похоже в параллельных мирах зверей. Приматы — очень древняя группа плацентарных зверей, одна из самых древних. Она могла появиться только где-то в самом начале, в эпоху «взрыва жизни», пока эволюция еще не зашла слишком далеко по путям специализации.

Все ныне живущие плацентарные звери произошли от меловых насекомоядных мелких зверьков, ближе к которым по строению тела (если не считать поздно приобретенных колючек) современные ежи. Чуть ли не самыми первыми отщепились от линии лазающих по деревьям насекомоядных предки обезьян. Поэтому можно рассудить так: раз ничего подобного не произошло на такой же древней

стадии в мире сумчатых, значит, путь к приматам для сумчатых был закрыт. Впрочем, легко рассуждать задним числом...



В изолированной Австралии сумчатые звери образовали почти все, знакомые нам, жителям Северного полушария, типы животных с одной только «поправкой»: они сумчатые!

Невозможно отличить сумчатого крота от африканского златокрота. Прыгают по австралийским эвкалиптам белки и даже более конкретно — сумчатые белки-летяги. Есть кроликоподобные существа с сумкой. Похож (был, сейчас его уже нет) на настоящего волка сумчатый волк. Разрывает муравьиные кучи сумчатый муравьед. Демонстрирует хищный нрав сумчатая куница...

Рис. Сумчатые звери

ВЫЖИВАЮТ ПРИСПОСОБЛЕННЫЕ, А ТОРЖЕСТВУЮТ НЕПРИСПОСОБЛЕННЫЕ?

Выживание приспособленных — так когда-то кратко определяли суть дарвиновского учения об эволюции некоторые ученые.

Один из них, Депере, в 1876 году вывел «правило прогрессивной специализации». Киты, как недавно выяснилось с помощью новейших методов молекулярно-генетического анализа, произошли от копытных, и даже конкретно, от парнокопытных сухопутных предков, когда-то залезших в воду. И сначала, наверное, они были растительноядными или всеядными, как их довольно-таки близкие родичи свиньи, то есть не брезговали и ракушками, и рыбой, и рачками. Их еще более близкий сегодняшний родич — полностью растительноядный бегемот (бегемоты и сигнализируют они друг дружке под водой совсем как дельфины и рожают детенышей под водой).

Но потом некоторые из китовых предков остались настоящими хищниками и стали развивать в себе качества хищников — зубы, высокую скорость. Другие стали терять зубы и цедить воду, вылавливая мелких рачков, через специальные усы. Появились зубастые и беззубые киты. Потом зубастые опять поделили между собой кормовые базы: кашалоты стали нырять за кальмарами, дельфины гоняться за рыбами, касатки стали разбойниками морей, нападая на крупных рыб и сородичей — китов. Все дробней и специализированной становились китообразные животные, все выше их организация, приспособления для определенного образа жизни.

Это и есть прогрессивная специализация. Но исчерпывает ли она все богатство процессов эволюции? Может ли дельфин или его потомок выйти на сушу, начать какую-то новую жизнь? Может, но вероятность этого ничтожна. Правило прогрессивной специализации требует, чтобы новые разновидности шагнули дальше по тому же, уже намеченному пути, разделив еще мельче, еще дробней зоны обитания и кормежки. В ходе прогрессивной специализации эволюция как бы мельчает, производя огромное количество веточек, но не способна на выделение совершенно нового крупного эволюционного древа.

Но новые направления в эволюции все-таки возникают. Значит, правило прогрессивной специализации не годится на все случаи жизни.

Мы уже говорили, что крупные изменения, зарождение больших новых групп в эволюции, происходят в эпохи «взрывов жизни», пока правило прогрессивной специализации еще не вошло в полную силу. От не очень специализированных и развитых звероящеров произошли млекопитающие, а сами звероящеры ведут свой род от рептилий, сохранивших многие черты предков-амфибий. Приматы, «наш» отряд зверей, некоторыми чертами строения напоминают примитивнейших из плацентарных зверей — древних насекомоядных, от которых произошли.

Специализация загоняет в такие тупики эволюции, откуда ходу назад, на большую дорогу эволюции уже нет. И потому другой видный ученый прошлого века, палеонтолог Коп, провозгласил другое правило эволюции: правило происхождения новых групп от неспециализированных предков.

По этому правилу, большое эволюционное превращение возможно только в том случае, если животное-родоначальник еще не успело углубиться в коридоры специализации.

Конечно, два правила — Депере и Коп — противоречат друг другу. Как может сохраняться примитивный тип, если все вокруг приспособливается всюду, захватывают лучшие куски? Он все время будет находиться на грани вымирания.

С другой стороны, как бы происходила эволюция, если бы все животные только и делали что приспособлялись? Но поскольку эволюция была — это факт, которому мы с тобой прекрасное подтверждение, — значит, оба правила, хотя они и противоречат одно

другому, действовали и действуют (правда, ими вовсе не исчерпываются правила эволюции). Мы говорили о том, что палеонтологам не часто удается разыскать разветвления «родословных древ», родоначальников, тех животных, от которых в виде адаптационных радиации или «взрывов жизни» пошли важные стволы эволюции. Ведь эти родоначальники, по правилу Копа, были не специализированы. Это как бы неудачники, живущие порой на грани вымирания и потому малочисленные, а значит, найти их останки в земных слоях очень трудно, почти невозможно.

Зато когда в природе происходит какое-то большое изменение или группе удается найти свободную от конкурентов территорию, картина меняется. Неудачники выходят на сцену. Происходит «взрыв жизни» — множество ветвей разом появляются в палеонтологической летописи. Это уже действует правило Депере.

Иногда млекопитающих так и описывают — гонимыми неудачниками в юре и мелу. Их спасало, дескать, от полного вымирания только то, что они были маленькими и могли прятаться в норах и в густой листве деревьев. Они были насекомоядными, а этого корма всегда хватало на всех, а потому они дотянули до конца мела, когда властелины мира — ящеры вымерли.

Но может быть, все было еще сложнее. Предки млекопитающих, звероящеры, были огромной, хорошо приспособленной к самым разнообразным условиям группой, и это не помешало им стать переходной группой от древних ящеров-пеликозавров к млекопитающим. Да и млекопитающие... Они были мелкие и незаметные. Зато их наверняка было много, да и чем жизнь на деревьях и в норах хуже любой другой жизни?

...Насекомоядные, живущие на деревьях, уже в конце мела во многом отличались от своих родичей, живущих на земле и под землей. Им не очень нужен был нюх, и он у них несколько ослабел. Зато у них становятся все лучше, все острее зрение и слух.

Древолазающие животные плохо сохраняются в палеонтологической летописи, но, к счастью, кое-где в укромных уголках Земли дожили до наших дней животные, одинаково близкие и к насекомоядным, и к приматам.



*Иногда млекопитающих описывают гонимыми неудачниками в юре и мелу. Их спасало, дескать, от полного вымирания только то, что они были маленькими и могли прятаться в норах и в густой листве деревьев. Они были насекомоядными, а этого корма всегда хватало на всех, а потому они дотянули до конца мела, когда властелины мира ящеры вымерли.
Шапки долой перед кротами, землеройками, а особенно прыгающими и древолазающими насекомоядными — это ближайшие родственники приматов. Наши родственники. На этих старых рисунках рядом с кротом вы видите шерстокрыла (наверху) и тупайю (внизу). Сегодня многие биологи нередко помещают их в отряд приматов, поблизости от лемуров...*

Рис. Гонимые неудачники

НАШИ ДЯДЮШКИ

Как раз посередине между обезьяной и насекомоядным кротом можно поставить забавных африканских зверьков-прыгунчиков. Прыгунчики давно не лазают по деревьям (но, наверное, их предки лазали). Глаза у них большие, круглые, как у низших приматов — лемуров, в их крови ученые обнаружили возбудителей малярии, болезни, свойственной только нам, людям, и «соратникам» по отряду приматов. И размножаются не выводками, а солидно, по-людски, по одному - по два. Но почти во всем остальном прыгунчики обычные насекомоядные, и некоторые биологи считают их родственниками слепышей-кратов. А потому прыгунчики в таблицах систематиков расположены чаще на полочке насекомоядных.

Еще недавно на ту же полочку, рядом, ученые помещали тупайю — симпатичного длиннохвостого пушистого зверька, прыгающего по деревьям Китая, Индии, Юго-Восточной Азии.

Тупайа очень похожа внешне на белку, она и ест, как белка, сидя на задних лапках, а в передних держа какую-нибудь гусеницу или плод. На лапках у нее когти (у других приматов хоть на одном да ноготь). У тупайи мозг очень простого устройства — без всяких извилин.

Зато по строению зубов и скелета тупайа похожа на лемуру. И сейчас большинство биологов уже не пытается вернуть ее на полочку насекомоядных. Возможно, глядя на тупайю, мы видим не нашего предка, конечно, но существо, очень похожее на позднемелового нашего предка, промежуточного между насекомоядными и приматами.

От древолазающих насекомоядных произошли не только приматы, еще и летучие мыши и еще одни «летающие млекопитающие» — шерстокрылы. Этим животных никто и не думает записывать в приматы, они давно и решительно избрали свой собственный путь приспособления. Шерстокрыл с помощью своей перепонки, натянутой между лапами, шеей и хвостом, прыгает на 50-60 метров между деревьями. Летучие мыши по-настоящему летают, некоторые очень далеко, и они все время совершенствуются в этом направлении. Но это наши двоюродные братья, ведущие свой род от тех же древолазающих насекомоядных мелового периода, что и приматы, и ученые находят в летучих мышах и шерстокрылах ряд черт, роднящих их с приматами...



Полуобезьяны лемуры — очень древние животные. Это ночные древолазы, чем-то смахивающие на кошек. Примерно таким был предок всех приматов, в том числе и человека.

Рис. Лемуры

СТЕПЕНЬ РОДСТВА

До сих пор многие люди на Земле не верят, что человек произошел от обезьяны. Обидно! В европейской культурной традиции у обезьян какой-то несерьезный статус, может быть, именно из-за большого сходства с венцом творения. Не всякому приятно, когда видишь шарж на себя... Чувства юмора на себя обычно не хватает. Даже некоторые биологи пытаются доказать, что человек получился все-таки как-то необыкновенно. Пусть от животных, но каким-нибудь чудесным образом и лишь бы не от обезьяны.

И сейчас некоторые ученые придерживаются теории «больших мутаций», благодаря которым человек почти внезапно появился в Африке — там же, где до того появились полуобезьяны, звероящеры и сама жизнь. Говорят, произошло что-то вроде вспышки сверхновой звезды. Или резкого возрастания фона космического излучения из-за переполюсовки «земного магнита». Или всплеска радиоактивности из-за какой-то земной геологической катастрофы. В результате — мутация и мгновенное появление человека. Эти вроде бы научные, во всяком случае по «научной терминологии», теории, отчасти несут в себе прежнее неосознанное стремление отгородиться от животных. Получается, что превращения наших предков чем-то отличаются от превращений, скажем, предков попугаев или моржей.

Но ученые, давно и хорошо изучившие все биологические сходства и различия между человеком и высшими обезьянами, в один голос говорят: настоящих, крупных различий между обезьянами и человеком очень мало, а эволюция предков человека принципиально ни в чем не выделяется в общем потоке эволюции.

Доводись какому-нибудь осьминогообразному палеонтологу с иной планеты раскопать кости человека и шимпанзе в одних слоях, он, может быть, и не отнес бы их к

одному биологическому виду, но к роду — наверняка.

Есть такой способ проверять на родство разных животных: расплести двойные молекулы наследственности — ДНК, содержащие генную запись строения организма, метить эти ДНК радиоактивными метками-атомами, а потом смешать с расплетенными же молекулами ДНК другого животного. ДНК двух разных людей сплетаются, образуют молекулярные гибриды всегда, в ста процентах случаев. Человека же и бактерии — никогда (ноль процентов). С обезьянами же так:

- с макакой-резус — 66%,
- с гиббоном — 76%,
- с шимпанзе — 91%.

По отдельным участкам ДНК, так называемым некодирующим генам человек отличается от шимпанзе на 1,6%. От гориллы — на 1,8% — тут разница непринципиальная. По аминокислотным последовательностям белков различий еще меньше — они у человека и шимпанзе одинаковы на 99,6 процента (у человека и гориллы — на 99,3%).

С человекообразными обезьянами у человека одинаковые группы крови, общие болезни, паразиты. Человекообразные приматы необычайно близко подходят к уровню человека по своим умственным способностям. Шимпанзе не может по-настоящему выучиться говорить, ей не позволяет строение ее гортани. Говорящие птицы, как ни странно, лучше умеют подражать звукам речи (не вникая в ее смысл). Зато в неволе, в обществе человека шимпанзе может выучить больше сотни знаков азбуки глухонемых и сознательно объясняться со своим воспитателем. Интересное соображение высказывают современные российские биологи Мамонова и Молотова: у шимпанзе и у горилл не раз наблюдали «поведение обмана». «Оно предполагает высокий уровень интеллекта, так как обманщик должен представлять себе, как отреагирует объект обмана на его действия». Обманывать, конечно, нехорошо, животные честнее нас. Но первый признак общественного, социального сознания — это именно умение думать за других, задруга, за противника. Обман — лишь одна, хоть и не лучшая этически, из разновидностей такого сознательного поведения, обозначавшего в эволюции наших предков гигантский шаг вперед. До следующего шага, до рождения религиозно-этического сознания, до понимания, что обманывать нехорошо, еще предстояли миллионы лет пути к человеку...

Как разберутся биологи-систематики с тем, на какую полочку помещать человека — в одном подотряде со всеми высшими обезьянами (как сейчас) или в одном семействе с человекообразными (сейчас это разные семейства, людей и человекообразных), — неизвестно. Но вот уже отсоединен от шимпанзе и гориллы орангутан. Из современных обезьян он в одиночестве представляет свое семейство понгид. А шимпанзе и горилла переехали буквально в последние десять-двадцать лет в группу *Homininae*, в которой втроем мы, люди, и африканские большие обезьяны — гориллы и шимпанзе.

Молекулярная систематика разлучила нас навеки с орангутаном, который приобрел много черт высших приматов сам, независимо. В некоторых новых таблицах приматов, молекулярная систематика и гориллу отделила от человека и шимпанзе на уровне подтрибы (ступенькой выше рода). Роды шимпанзе и людей — все-таки отдельно, но они в одной подтрибе и уже предлагается переименовать род шимпанзе из *Pan trogloditus* в *Homo trogloditus*. Вполне серьезно доказывается, что род карликовых шимпанзе бонобо ни в чем существенном не отличается от рода одного из ископаемых «людей» австралопитека.

Ясно только, что между человеком и шимпанзе расстояние гораздо меньше, чем между шимпанзе и другой человекообразной обезьяной и орангутаном, уже не говоря о

другой человекообразной обезьяне, гиббоне и более дальних родичах — низших узконосых обезьянах-макаках. Значит, с точки зрения основных разделов биологии, при переходе от обезьяны к человеку ничего особенного не произошло.



Интересное соображение высказывают современные российские биологи Мамонова и Молотова: у шимпанзе и у горилл не раз наблюдали «поведение обмана». «Оно предполагает высокий уровень интеллекта, так как обманщик должен представлять себе, как отреагирует объект обмана на его действия». Обманывать, конечно, нехорошо, животные честнее нас, мы любим их еще и за это. Но первый признак общественного, социального сознания — это именно умение думать за других, за друга, за противника. Обман — лишь одна, хоть и не лучшая этически, из разновидностей такого сознательного поведения, обозначившего в эволюции наших предков гигантский шаг вперед. До следующего шага, до рождения религиозно-этического сознания, до понимания, что обманывать нехорошо, еще предстояли миллионы лет пути к человеку...

Рис. Шимпанзе

Интересное соображение высказывают современные российские биологи Мамонова и Молотова: у шимпанзе и у горилл не раз наблюдали «поведение обмана». «Оно предполагает высокий уровень интеллекта, так как обманщик должен представлять себе, как отреагирует объект обмана на его действия». Обманывать, конечно, нехорошо, животные честнее нас, мы любим их еще и за это. Но первый признак общественного, социального сознания — это именно умение думать за других, за друга, за противника. Обман — лишь одна, хоть и не лучшая этически, из разновидностей такого сознательного поведения, обозначившего в эволюции наших предков гигантский шаг вперед. До следующего шага, до рождения религиозно-этического сознания, до понимания, что обманывать нехорошо, еще предстояли миллионы лет пути к человеку...

Обман — лишь одна, хоть и не лучшая этически, из разновидностей такого сознательного поведения, обозначившего в эволюции наших предков гигантский шаг вперед. До следующего шага, до рождения религиозно-этического сознания, до понимания, что обманывать нехорошо, еще предстояли миллионы лет пути к человеку...

ЧЕЛОВЕКУ ЧЕТЫРЕ МИЛЛИОНА ЛЕТ?

Еще недавно считали, что человек появился на Земле во время очередного оледенения, примерно миллион лет назад. Думали даже, что обезьяночеловек вынужден был становиться человеком под давлением жесткого отбора на выживание в суровых ледниковых условиях.

Эволюцию человека представляли себе примерно так: **питекантроп — синантроп — неандерталец — кроманьонец** (это уже современный тип человека).

Уже открытие в 1924 году в Африке австралопитека, более древнего, чем питекантроп, существа, вносило в эту схему путаницу. Во-первых, австралопитеков оказалось два разных типа, живших одновременно (когда именно, выяснить долго не удавалось): один поглубже, помассивнее, в общем, как будто годился в предки питекантропа; другой же, «изящно» сложенный, австралопитек африканский, ростом и весом с подростка, оказывался гораздо более совершенным, кое в чем более близким нам, современным людям, не только по сравнению с австралопитеком массивным, но и с гораздо более поздним «обезьяночеловеком» — питекантропом.

Африканские человекоподобные путали карты, и их старались «не замечать» или оспаривать их древность. Но, как оказалось, именно африканским находкам суждено было в корне перевернуть многие сложившиеся взгляды на происхождение человека.

Сорок лет назад начали раскопки в ущелье Олдувай в Восточной Африке антропологи Луис и Мэри Лики. Сначала они нашли остатки еще одного типа австралопитека, еще более могучего, чем австралопитек массивный. Его останки лежали среди галечных примитивных рубил в слое вулканического пепла, который удалось датировать радиоактивным методом. Австралопитеку оказалось 1 миллион 750 тысяч лет. Ученых смутило то, что, примитивно устроенный, с маленьким мозгом, обезьяноподобный бойсеи (так назвали находку супруги Лики) мог, как будто, обрабатывать каменные орудия. Но уже через год Лики нашли, причем в слое, более древнем, чем первый, настоящего автора древних галечных ножей и рубил —

«маленькое», «изящное», весьма похожее на человека существо с гораздо большим мозгом, чем у массивных бойсеи и робустуса (которых скоро исключили из числа австралопитеков и зачислили в тупиковую ветвь парантропов) и даже у похожего на новичка австралопитека африканского.

Изящных и башковитых (относительно, конечно) родичей человека Лики назвали гомо габилис — человеком умелым. Луис с Мэри, а потом их сын Ричард, сноха Мив и другие исследователи нашли габилисо-подобных в Восточной Африке уже немало. Сам габилис, видимо, близко родствен рудольфензису, жившему, около двух с половиной миллионов лет назад. Все что старше рудольфензиса и габилиса уже (пока?) не носит гордое имя Гомо. Это все австралопитеки — и знаменитая Люси афарская (3,5 миллиона лет назад), и рамидус, живший больше четырех миллионов лет назад. Его нашли в Эфиопии в канун Нового 1994 года. О том, сколько у этих наших самых древних плейстоценовых предков (чье название «рамид» означает «корень») черт «гомо», а сколько еще обезьяньих, идут споры.

У габилисов — у первых в ряду наших предков — обнаружили один признак, которого нет ни у шимпанзе, ни у австралопитеков. Его самки обладали тем, что поистине есть только у человека — несколько расширенным тазом, широкими бедрами, характерными для женщин, но не для самок...

Замечательный французский палеонтолог и философ Тейяр де Шарден, почти современный наследник старых натурфилософов, провозгласил одним из главных законов эволюции закон цефализации — неуклонного развития в первую очередь мозга, целеустремленного наращивания нашими предками «башковитости». Резкий скачок в этом отношении произошел при переходе от обезьяно-людей к собственно человеку. Человеческий детеныш рождается головой вперед, а голова его резко отличается по относительным и абсолютным размерам от головы всех других приматов. Так вот, широкие бедра, эту воспетую еще пещерными скульпторами и живописцами особенность фигуры женская половина рода человеческого приобрела вынужденно, когда тронулся в быстрый рост объем мозга не только взрослых, но и младенцев. Вряд ли это прибавило бойкости нашим прабабушкам — скорее всего, эта анатомическая особенность, как и более долгая беспомощность башковитых детенышей, сделала женскую половину человеческого рода в условиях первобытной борьбы за существование «слабым полом», нуждающимся в постоянной защите со стороны наших прадедушек. Но и эта слабость обернулась сильной стороной — появилась, в результате опять-таки отбора, более сильная взаимная привязанность, брак надолго, что благотворно повлияло на особенности социально-культурной организации наших предков, а заодно не очень удобные на охоте или в битве широкие женские бедра были эстетически переосмыслены как нечто несомненно прекрасное и достойное резца скульптора.

Происходило все это задолго до оледенения четвертичного периода, в эпоху, считавшуюся еще третичным временем. У некоторых из габилисов объем мозга не уступал объему мозга питекантропов, живших всего полмиллиона лет назад. Там, где уже почти человеческий мозг, появляется и еще один чисто человеческий признак: культура. Что это была за культура — олдувайская (по названию ущелья, где Лики делали свои открытия), трудно сказать в подробностях, но габилисы открыли собой эпоху каменных орудий труда и охоты. Габилисы исчезли уже 1,75 миллиона лет назад (некоторые ученые по сей день числят их в продвинутых, но все-таки австралопитеках), оставив наследников, гомо эргастер, от которых, видимо, произошли более близкие наши предки, гомо эректусы. На стадии так называемого гейдельбергского человека (это уже около 600 тысяч лет назад) расходятся пути двух родов, неандертальцев и сапиенсов.

У некоторых африканских изящных и неизящных человекоподобных, даже самых древних, есть особенности строения, говорящие о том, что они давно уже расстались или

неандерталец тоже потомок гейдельбергского человека. По другим воззрениям, предки сапиенсов и неандертальцев разошлись раньше, еще на стадии эректусов.

И ОПЯТЬ ПАРАЛЛЕЛЬНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ?

Как видишь, даже палеоантропологам не удалось уберечь свою науку от гипотез, превращающих классические эволюционные древа в «кусты» и даже целую непролазную чащу параллельных стволов. Виды и роды людей развивались параллельно и, возможно, только случайно не уцелели на каком-нибудь острове или материке или высоко в горах люди другого вида и рода. Как бы отнеслись мы друг к другу при встрече, каких правил придерживались бы в общении с братьями по разуму другого биологического вида? Вовлекли бы мы их в свою цивилизацию или постарались бы сохранить их обычаи и образ жизни неизменными? Или была бы неизбежна взаимная ненависть и борьба на уничтожение? Почти мгновенное исчезновение в слоях земных следов давно укоренившихся в Евразии эректусов-неандертальцев там, где появлялись переселенцы-сапиенсы, говорит о том, что соседство не было добрым... Эти вопросы еще недавно всерьез волновали многих ученых — ведь легенды о человекоподобном существе, живущем в горах, поразительно свежи в памяти многих народов, его видели, по рассказам, совсем недавно и вполне образованные люди. Но «снежного человека» не нашли. Значит ли это, что вопрос о полифилии и монофилии имеет для человека лишь исторический, академический интерес?

Нет. На Земле сейчас не осталось других видов людей. Но есть расы, то есть подвиды вида человека разумного. Расы, подвиды — это уже полшага на пути к виду. В принципе если бы человек по каким-то причинам задержался в своем социально-историческом развитии и не стал бы довольно быстро смешиваться по всей Земле в последние тысячелетия, через сотни тысяч лет расхождение признаков в расах могло бы дойти и до уровня межвидовых различий.

Так вот, расы, эти зачатки возможных видов, они-то как появились — в уже сформированном виде человека разумного или раньше (и тогда в стадию человека разумного независимо, параллельно вступили одновременно зачатки разных рас из какой-то предшествующей видовой ступени)?

Конечно, нетрудно представить себе некую прямую линию наших предков, вроде той, которую представлял себе Луис Лики, строго отбрасывавший всех человекоподобных, кроме габилисов, как не имеющих отношения к нашей родословной. Тогда логично предположить, что начало всем расам положили маленькие группы людей, уже достигшие уровня человека разумного, которые расселились по Земле 100 — 40 тысяч лет назад и с тех пор несколько разошлись в признаках из-за местных особенностей климата и случайных отклонений в генном составе крошечных групп родственников.

Но некоторые антропологи (например, китайские) не склонны пока исключать из числа предков ни питекантропов, ни неандертальцев. И одна из причин этого заключается в том, что при всех отличиях неандертальцев, а тем более питекантропов, от современных людей антропологи обнаруживают в этих древних обезьянолюдях отдельные особенности современных человеческих рас! В неандертальцах отмечали черты, типичные для «европеоидного» типа лица и черепа. А в древних, но высокоразвитых китайских питекантропах — синантропах находят ясно выраженные монголоидные черты, строения.

Венгерский ученый А. Тома разработал в 1962 году интересную теорию, по которой центром образования человеческих рас была Африка. Сначала возникла (на стадии еще до человека разумного) и расселилась по Земле самая древняя «волна», уцелевшая в виде древнейшей из человеческих рас небольшими островками на востоке Азии (айны) и в Австралии (австралийцы-аборигены). Вслед за этой первой волной, тесня и отчасти

смешиваясь с первой, прошла из Африки (через сотню-другую тысяч лет) вторая волна, развившаяся позднее в расу монголоидов. Одна из ветвей монголоидов позже в несколько заходов проникала через Берингов пролив, пересыхавший 30 — 10 тысяч лет назад, в Америку, где развилась в расу «краснокожих».

Последняя волна, потеснившая (и отчасти опять-таки смешавшаяся с предыдущей) «монголоидную» на восток и север, превратилась потом в европеоидную расу. Наконец, те родоначальники, которые из Африки никуда не вышли, развились в ней, и на стадии человека разумного дали начало негроидной расе. Волны переселенцев Тома связывал с большими колебаниями климата, с временными отступлениями великого четвертичного ледника.

Теория Тома — очень интересный сплав моноцентризма (Африка — единая прародина всех рас) и полицентризма (расы заложены еще на уровне гомо эректуса и переходят на стадию человека разумного в разных центрах одновременно, параллельно, под действием общих биологических, географических и отчасти уже и социально-экономических закономерностей).

К теории полицентризма многие ученые относились отрицательно или подозрительно, ибо некоторые из расистски настроенных антропологов протягивали нити параллельного развития человеческих рас чуть ли не к обезьянам. При этом, конечно, оказывалось, что европеец произошел от обезьяны давно (ушел, значит, далеко вперед), а прочие, особенно негры, — недавно (и, значит, они ближе к животным).

Но теории полицентризма — разные, некоторые из них — строго научны (например, теория А. Тома) и хорошо объясняют многие антропологические загадки — например, неприятный для расистов факт относительно более близкого сходства как раз негроидной и европейской рас. Кроме А. Тома, за теорию многих центров выступали видные российские ученые Г. Ф. Дебец и П. И. Борисковский, многие современные антропологи из других стран.

Конечно, неизвестно, кто победит в этом споре. Для этой книги важно то, что и при дискуссиях о последних этапах эволюции человека встают все те же старые вопросы эволюционного учения: о дивергенции и параллельном развитии, о сходстве от родства и сходстве от развития по одним и тем же законам. Интересно, что похожие проблемы продолжают и в поздние исторические пласты биографии человека. Сходство социальных процессов, развития религий, культуры в разных цивилизациях часто невозможно объяснить прямым влиянием или заимствованием, а только сходными законами развития человеческого мышления, хозяйственно-экономических укладов. Например, поразительное сходство сказок народов Океании и России, давно связывают с общими структурными закономерностями, характерными для коллективного народного творчества. Но это уже за пределами нашей темы...



Рис. Первобытные люди

ПРАМАТЕРЬ ЕВА

Мы уже говорили о вмешательстве в споры ученых новейших методов биохимического и генетического исследования. Все чаще молекулярная систематика подправляет наши знания о родстве животных и растений, в распоряжении ученых нередко оказываются даже ископаемые гены — например, мамонтов (в результате мы знаем, что мамонт гораздо ближе к азиатскому, индийскому слону, чем к африканскому). Ископаемые гены древних людей тоже уже нашли,

например, неандертальцев — и в знаменитой долине Неандер и у нас на Кавказе — и уже получили первые интересные результаты.

Ныне живущего человека генетики изучили уже почти целиком, генная карта человека уже почти полностью построена. А что если сравнить молекулярное строение геномов людей разных рас? Например, чтобы выяснить окончательно, от одной или нескольких разных праматерей и праотцов произошли ныне живущие расы.

Оказывается, нечто подобное уже сделано. Представители всех земных рас были исследованы по одному-единственному признаку. Есть в организме человека одна небольшая сравнительно кольцеобразная молекула ДНК, состоящая из 16569 звеньев-нуклеотидов. Эта ДНК не входит в состав хромосом человека, она отвечает за кое-какие химические превращения внутри митохондрий, энергетических подстанций клетки, а у митохондрий, похожих по своему строению на простейшие одноклеточные доядерные организмы прокариоты, есть некоторые особенности поведения, причуды, и одна из них та, что именно эта митохондриальная ДНК наследуется не так, как все остальные живые молекулы в человеческом организме. Эта ДНК не участвует в половом размножении, она не рекомбинирует, не обменивается генами с подобными себе ДНК в организме полового партнера, она наследуется, воспроизводится исключительно по женской линии. Ученые предположили, что проверив эту ДНК у представителей всех человеческих рас, они смогут, наконец, сказать, от одной единственной или от нескольких праматерей происходят ветви рода человеческого.

Это не так просто понять. Поэтому немножко математики.

В тебе читатель в некоем причудливом сочетании соединились гены, а значит и признаки 2 человек, твоих родителей: $2^1 = 2$, где в показателе степени 1 — число поколений, передавших тебе свою наследственную информацию. Но твои родители сами имели родителей, у тебя было двое дедов и две бабушки, и их наследственность потрудилась над твоим созданием. Это уже $2^2 = 4$. Так можно высчитать количество хромосомных наборов за любое количество поколений по формуле 2^k где k — число поколений. Но вот оказывается, что один признак, митохондриальную ДНК ты получаешь только от одного родителя. Формула 1^1 дает 1, $1^3 = 1$, 1^k тоже даст 1, это будет та же ДНК, что у любой твоей прапрабабки, как бы давно она ни жила, пока она, конечно, еще человек, а не обезьяна и не кистеперая рыба, у которых аналогичная ДНК, конечно же, была другой — ведь и бактерии, размножаясь делением, все-таки мутируют и постепенно тоже меняются.

Так в этом-то и дело. Если мы проверяем митохондриальную ДНК у представителей всех рас Земли и она везде окажется той же самой, это значит (на первый взгляд), что все расы образовались уже после выделения «нашей» линии сапиенсов, произошли от одной женщины, ее ученые заранее назвали митохондриальной Евой. А если нет...

Короче, недавно проверили. Митохондриальная ДНК у всех рас человека оказалась одной и той же (и не такой, как даже у близко родственных обезьян). Ева была!

Я сказал, что ДНК с течением времени все-таки изменялась. Разными способами высчитали, с какой скоростью. По разнообразию вариаций этой ДНК можно было судить, где и как давно жила наша праматерь и даже о том, какими путями шло расселение ее потомков по лику Земли. Оказалось, что самая изменчивая варибельная митохондриальная ДНК — у нынешних африканцев, значит и Ева жила там же, а конкретно там, где были основные находки древнейшего человека — в Восточной Африке. И было это около двухсот тысяч лет назад. В это время уже существовали гомо сапиенсы, еще мало чем отличающиеся внешне от эректусов, архаичного облика с вытянутыми вперед лицами, сильно развитыми надбровными дугами. По-видимому, там, в Африке все сапиенсы были одного типа, никаких рас среди них не было. Не было и

сапиенсов на других континентах (это не значит, что там не было людей, были, уже около полумиллиона лет, только других, впоследствии вымерших видов и родов — например, гейдельбергский человек и неандертальцы в Европе).

100 тысяч лет назад началось великое переселение сапиенсов из Африки. И тогда же, видимо, началось образование современных рас. Первой станцией на пути были Аравийский полуостров и Кавказ.

С Ближнего Востока расселение шло дальше на восток двумя путями — севернее Памира, Тибета и южнее. В Сибири сапиенсы появились 60 тысяч лет назад. Начала формироваться монголоидная раса. И, как настаивают китайские ученые, не без какого-то участия и местных эректусов-неандертальцев.

Что это было за участие? Во многих учебниках и руководствах этот вопрос фактически обходится: «по мнению большинства ученых, неандертальцы не были непосредственными предкам современного человека, хотя, возможно, и приняли участие в его формировании». Была ли то гибридизация, как думает современный британский антрополог Крис Стрингер?

Или гены эректусов попадали к сапиенсам какими-то другими путями? Впрочем, это будет темой следующей главы. Неандертальцы и сапиенсы нередко пересекались, жили в одних и тех же пещерах, болели одними и теми же болезнями, перенимали друг у друга и элементы языка, и зачатки культуры...

Кстати, единственное пока место, где останки сапиенсов и неандертальцев-эректусов находят рядом в слоях одного и того же возраста, но, правда, в разных пещерах — это как раз на главном пути переселенческих волн из Африки, в районе Мертвого моря. По самым лучшим современным изотопным датировкам, этим костям — как раз сто тысяч лет... Последние неандертальцы еще жили на Кавказе — еще одном перевалочном пункте всех миграционных потоков из Африки — всего 29 тысяч лет назад. Российские ученые сумели добыть из останков неандертальского мальчика его ископаемую ДНК и с помощью зарубежных коллег подтвердить удаленность неандертальцев от сапиенсов. Неандертальцы отщепились от общего с нами ствола на несколько сот тысяч лет раньше, чем началось образование современных рас сапиенсов...

Те сапиенсы, что оставались в Передней Азии и пошли через нынешние Иран и Индию, заложили основы индоевропейской расы. Северный и южный потоки соединились в Юго-Восточной Азии. Их смешение породило частичное возвращение к «негроидному прототипу» — айнов в Японии, а 40 тысяч лет назад австралийцев и жителей Новой Гвинеи.

Примерно тридцать пять тысяч лет назад, по-видимому, сломив сопротивление европейских неандертальцев, сапиенсы (это была уже высокорослая кроманьонская стадия, почти современный европейский тип) хлынули в Европу. 32-12 тысяч лет назад тогдашние полумонголоиды Сибири в несколько приемов шли через пересыхавший время от времени Берингов пролив в Америку. Они шли маленькими группами — здесь наименьшее разнообразие вариаций в той же самой кольцевой митохондриальной ДНК.

Сейчас идут попытки повторить исследование на материале генетической структуры, которая передается по мужской линии, но, правда, все же через женский организм. Это Y-хромосома, которой вообще нет в клетках женщин. Праотец Адам, по первым результатам, тоже был, и он тоже жил в Восточной Африке, но гораздо позже Евы, чуть ли не на сто тысяч лет... Они не встречались!

И это сразу все ставит на свои места. Конечно же, не было одной супружеской пары в начале нынешнего рода человеческого. Больше того, наверняка разнообразие типов митохондриальной ДНК в наших прабабушках и Y-хромосом в дедушках было двести

тысяч лет назад немалое. Но представим себе, что наследственность одной из бабушек по каким-то причинам была чуть-чуть, на доли процента более жизнеспособной, и даже не вообще наследственность, а способность воспроизводить в потомстве преимущественно женский пол (в сплошь мальчиковых выводах митохондриальная ДНК находила свой конец, дальше не передавалась). Рано или поздно, в огромном числе поколений, эта митохондриальная ДНК осталась без конкуренток... То есть Ева была, но она не одна трудилась, рядом были сотни других женщин, просто потом, с течением поколений ее отнюдь не главному наследственному зачатку, какой-то второстепенной, почти ни на что не влияющей ДНК повезло... Осталась одна и потому так много и интересно рассказала любопытному потомству. То же и с Адамом, только нынешней господствующей разновидности Y-хромосомы повезло меньше и позже.

Представь себе деревню, все жители которой носят одну и ту же фамилию, например, Кузнецовы. Даже в нашей стране, по которой всякого рода Мамаи огнем и мечом проходили столько раз, такие деревни существуют. В Китае, где в глубинке есть целые многотысячные поселки, которые без больших перемен стоят на одном месте до пяти тысяч лет, такое бывает сплошь да рядом. Фамилия — это тоже признак, наследуемый только через одного родителя — почти у всех народов — отца. Конечно же, в принципе можно высчитать «поселкового Адама», первого носителя этой фамилии, но не нужно. Он лишь один из многих прародителей жителей этого местечка, вот только в силу случайности или наследственности в его потомстве на доли процента рождалось или выживало меньше девочек — «тупиковых» только по этому признаку ветвей. Рано или поздно его фамилия стала монопольной, притом, что генов, фамильных черт он своим потомкам передал не больше, чем любой из его сверстников или сверстниц... Один из современных генетиков по этому поводу написал во вполне серьезном издании, что когда-нибудь, при определенных условиях, все жители Земли будут носить одну фамилию, допустим, Адам, но это вовсе не будет значить, что все они на самом деле произошли от одного человека, Адама.

Вот почему эта захватывающая история, хотя и меняет кое-что в старом споре о моно— и полицентрическом происхождении рода людей (род сапиенсов, несмотря на расы, оказывается все-таки более монолитным, чем полагали крайние полицентристы), но не отменяет его вовсе. И Y-хромосома рассказывает лишь кое-что, а не все приключения человеческих генов и хромосом в последние сотню тысяч лет, и митохондриальная ДНК, даже и раскрыв кое-что из своей собственной истории, возможно, искусно скрывает гораздо более важные и таинственные вещи из истории наших предков, эректусов и сапиенсов...

ЕЩЕ РАЗ ОБ ИСКУССТВЕННОМ И ЕСТЕСТВЕННОМ ОТБОРЕ

Помнишь, размышляя над поразительными изменениями, происходящими с домашними животными буквально на глазах людей, Дарвин догадался, что подобные же изменения, только более медленные, могли происходить и в дикой природе.

Кажется, что общего между смешной болонкой и волком? Догадались бы палеонтологи будущего, что болонка и волк — это один и тот же вид животного?

Довольно долго ученые не верили, что все домашние собаки произошли от волка, думали — от шакалов или каких-то помесей между шакалами и волками. Но современная наука, проникнув в хромосомный аппарат наследственности, смогла твердо сказать: собака — это видоизмененный серый волк.

Первое время дарвинисты верили, что породы домашних животных нашими предками выведены очень просто. Достаточно, думали они, резко увеличить требования к тем или иным нужным свойствам животных, увеличить давление отбора — и все в

порядке.

Сразу же возникла мысль: опытом, экспериментом подтвердить догадку Дарвина. И тут начались странные неудачи.

Ученые знали: у высоких, рослых родителей и дети обычно крупнее нормы. А что будет, если все время отбирать для потомства только самых рослых? Можно, значит, вывести породу каких-то Гулливеров, великанов!

Кто-то догадался обратиться к медицинской статистике. Ведь среди нашего вида — людей — часто бывает такое... Рослая женщина предпочитает выйти замуж за рослого мужчину. Их рослые потомки с большой вероятностью сделают то же самое. А низкорослым людям как-то удобней (не всегда, но в среднем) жениться на маленьких же. Ты помнишь, это называется половой отбор, и, по мнению Дарвина, в истории рода человеческого половой отбор играл, может быть, даже более важную роль, чем обычный естественный отбор на выживание приспособленных.

Спрашивается: почему же все человечество не разделилось давно на великанов и карликов?

В прошлом веке картотеки английских врачей подверглись тщательному исследованию. Оказалось, у высоких родителей в среднем действительно более высокие дети, а у низкорослых — более низкие. Но если средний рост обоих родителей больше «среднего общечеловеческого» (или меньше) на 4—5 процентов, то средний рост их детей отличается от среднего на величину, вдвое меньшую!

Практики-селекционеры давно заметили, что отклонения от среднего при самом старательном отборе в потомках как бы затухают, и очень быстро, уже в третьем-четвертом поколениях «прирост признака» сводится к нулю, а потом даже испытывает тенденцию вернуться к первоначальному среднему.

Но если это так, то как же образуются разновидности, а из них виды?

Каким образом из волка получилась собака?

Современная биология все ближе подходит к ответу на этот вопрос. Ты знаешь, в генной записи каждого организма могут происходить мутации. Мутации происходят самопроизвольно, неожиданно. Но их частоту можно увеличить с помощью химических веществ или облучения.

Мутация может произойти внутри молекул ДНК-носителя наследственности. Один из участков этой нити-молекулы перестраивается, там появляется какая-то новая или исчезает старая группа атомов. Иногда просто сдвигается на одно деление «рамка считывания». Генная запись почти та же, а белок получается с совсем другими свойствами, для другого пригодный (или не пригодный вовсе). Пример такой мутации — серповидная анемия, тяжелая наследственная болезнь, о которой мы уже говорили. Эта мутация произошла давным-давно в каком-то из наших предков, и с тех пор она живет в скрытом виде в геномном фонде человечества, иногда проявляясь и явно.

Большая перестройка наследственности, вроде мутации, может произойти в строении хромосом (каждая хромосома состоит из белков и нитей ДНК, у человека 46 хромосом). Иногда участок одной хромосомы меняется местами с участком другой хромосомы, и это тоже влияет на свойства организма. Может измениться число хромосом: например, оно может удвоиться, учетвериться. Такие полиплоидные мутанты часты в мире растений и редки среди животных. При скрещивании разных видов и родов хромосомные наборы иногда как бы складываются. Образуется совершенно новый вид и даже род организмов. Таким новым родом стал знаменитый капустно-редечный гибрид-кентавр Карпеченко. В 1998 году по всей земле 2,9 миллиона гектаров было засеяно

полиплоидным злаком тритикале — пшенично-ржаным гибридом-кентавром, необыкновенно урожайным и стойким против всяких вредителей. Уже задним числом ученые обнаружили, что с незапамятных времен растущая в садах, но отсутствующая в лесах слива — это тоже кентавр, бессознательно нащупанный нашими предками-садоводами полиплоид, сложение хромосомных наборов диких терна и алычи...

Есть и другие интересные возможности для эволюционных перестроек на уровне генов. Подробнее о них — в последней главе этой книги.

Мы с тобой уже говорили и о том, как много препятствий стоит на пути генной мутации. Для того чтобы такая мутация в наследственности стала признаком, а дальше свойством целого вида или рода животных, нужно еще очень многое.

Чаще всего мутация попадает в запас — в скрытом виде тысячи таких мутаций присутствуют в геномном фонде сообщества организмов, время от времени «всплывая на поверхность» в виде новых признаков. Но чаще всего такой новый признак у хорошо приспособленного к определенной жизни существа оказывается нелепостью, уродством, которое удаляется из жизни либо сразу, с помощью убийственного естественного отбора, либо во втором поколении, под действием полового отбора: урод, особенно в мире высших животных, имеет меньше шансов вступить в брачный союз и оставить потомство. Скрытые мутации становятся явными, если скрещиваются организмы, у каждого из которых в генах сидит такая мутация. Это должны быть близкие родственники. И потому часто уроды появляются в таких сообществах, где из-за изоляции или по другой причине должны вступать в брачные отношения близкие родственники.

Мутация может дождаться своего часа — стать полезной на каком-то уровне развития вида. Может быть, при одомашнивании выявление скрытых мутаций происходило чаще, чем на воле, отчасти потому, что в древности около человека жило мало животных, и они должны были чаще вступать в близкородственные скрещивания. Частый инбридинг (так называют близкородственные скрещивания) мог устанавливаться иногда и в диких популяциях животных. Ведь палеонтологи утверждают, что иногда важные ветви эволюции начинались с небольшой, крохотной даже группы предков, долго оторванной, изолированной от всей массы прочих родственников

Но тут возможен совершенно новый поворот проблемы...

Удивительные опыты по одомашниванию пушных зверей — норок, лис — проводили ученые Сибирского отделения Академии наук под руководством академика Д. К. Беляева. Ученые долго гадали, почему нашим предкам так хорошо удалось видоизменить собаку и других домашних животных, приспособив их для самых разных надобностей. Вот если бы так же изменить лису! Вывести массу пород всех окрасок меха, чтобы щенят больше приносили, и не раз в год, а два.

Как этого добиться?

Представим себе, как наши предки подружились с волком, сделав его собакой...

Наверное, они брали волчат: взрослых диких зверей по-настоящему приручить невозможно. Брали первоначально для забавы, для детей. Дети возились, играли со щенками. И это была их работа — начало работы по одомашниванию.

Щенята подрастали, в них начинали проявляться «дикие» черты характера — недоверчивость, злобность. «Сколько волка ни корми, он все в лес смотрит...» Такие щенята или сами убегали в лес, или их убивали за непослушание, за плохой характер. С людьми оставались, беря на себя обязанности сторожей и помощников при охоте, те волчата, которые дольше сохраняли щенячье дружелюбие, общительность, послушность. Это был отбор на хороший характер. На детские щенячьи черты, сохраненные до взрослого состояния! Но детские черты характера тянули за собой и некоторые (не все!)

детские черты строения тела. Человек как бы растягивал по некоторым признакам своим, искусственным отбором юношескую стадию. Искусственная неотения... Помнишь, мы говорили, какую важную роль могла иногда играть неотения в эволюции живого?

Ученые давно заметили, что собаки похожи на волчьих щенят — у многих висят уши, они по-щенячьи тявкают, а не воют, они по-щенячьи вертлявы, игривы (взрослый волк ведет себя гораздо строже, солиднее собаки), по-детски доверчивы и дружелюбны.

Целый вид животного был сдвинут по своему типу на более раннюю стадию онтогенеза, индивидуального развития. Умирающая от старости собака многими чертами не достигла взрослости, зрелости своего дикого предка — волка.

А что происходит дальше, как раз и проследили зоологи из лаборатории академика Беляева. Они стали проводить усиленный отбор лис не на качество меха, а на дружелюбие, уживчивость. Лису стали делать домашним животным. И вот прямо на глазах, а не за сотни и тысячи лет, лисы стали меняться. Они ласковы, общительны уже до взрослого состояния. В них стали проявляться новые черты, например, они научились лаять совершенно по-собачьи. И самое главное: резко усилилась изменчивость лис. Они начали приобретать разную окраску, подобно собакам, у многих сдвинулись сроки размножения.

...Мы говорили о правиле Копа: новые линии животных и растений могут начинаться от неспециализированного предка, «неудачника», не успевшего приобрести специальные признаки, полезные в одних условиях, но мешающие жить и развиваться в других.

Мы говорили и о том, что иногда растения и животные могут, прежде чем сделать в эволюции скачок вперед, отступить несколько назад, уйти от формы, мешающей приспособиться к новым условиям специализации. Это возможно потому, что в индивидуальном своем развитии организмы проходят стадии предков, в их генах записана история их рода.

Проростки деревьев похожи на траву — так, считают некоторые ученые, и появилась большая часть нынешних трав, позже деревьев, как «недоразвитые деревья». Но потом травы развились и благодаря частой смене поколений шагнули в эволюции далеко вперед. О таком же, неотеническом размножении некоторых животных мы говорили тоже, и оно иногда помогало сделать «шаг назад—два шага вперед» в эволюции.

И, наконец, новый способ отступления «придумала» эволюция, когда высокого развития достигла психика животных. Каждому возрасту соответствует определенная норма поведения. Эта норма, видимо, в генах сцеплена с тем или иным этапом онтогенетического развития. Детеныши всех животных доверчивы и очень любопытны — ведь им надо обучаться! Взрослые подозрительны и осторожны. Их поведение полностью приспособлено к образу жизни, то есть крайне специализировано. Взрослый соболь умирает от разрыва сердца, если рядом взревет бульдозер. Соболий щенок только чуть испугается, но больше заинтересуется: что это там шумит?

В положении волчат, взятых человеком из логова, многие животные часто оказывались в естественной, дикой эволюции. Всякие новые, непривычные условия плохо переносили взрослые животные, которые не могли жить иначе, чем определено их специализацией. И гораздо более сносно — молодежь. Например, по детской привычке подростки могли первые объединиться в тяжелый год в стаю для совместной охоты. Сообщество животных с налаженным общением, с развитой способностью действовать не по инстинкту, а обучаясь новому в такие тяжелые эпохи, получало преимущество в выживании и развитии.

В такие времена происходило, как говорили некоторые ученые, молодение типа.

Животные отступали от узкой специализации и заодно у них повышалась изменчивость, то есть естественному отбору предоставлялся более богатый выбор, сфера деятельности. «Запрещенные» признаки из других этапов онтогенеза, скрытые мутации быстро выхолили на поверхность и закреплялись отбором. Начинался этап быстрого видообразования.

Прежде чем начать одомашнивать животных, человек должен был «одомашнить» себя. Ведь главная черта человека, отличающая его от других животных, — это детская любознательность в течение всей жизни, детская уживчивость, общительность (она развивается в нормы социальной жизни). Детское стремление к игре у человека тоже сохраняется на всю жизнь: религиозный обряд, сказания, все виды искусства — танец, пение, театр и литература — все это развилось из игр, сначала, детских игр. Ребенок больше смеется, «делает понарошку» — появляется чувство юмора, ирония. Иронии нет в мире животных, они всегда серьезны... И все это — культура, именно то, что выделяет человека из мира животных.

Может быть, в истории развития предков человека такое отступление к детству не раз позволило сделать еще один шаг вперед.

Человек гораздо больше похож на детеныша обезьяны, чем на какую-либо взрослую обезьяну. Наш главный признак, главная гордость — «башковитость». У нас хороший мозг, и этот признак буквально связан с относительным объемом черепа. Так вот, по отношению этого объема к размерам тела и даже по особенностям строения черепа взрослый человек ближе к эмбрионам и детенышам человекообразных обезьян. Говорят, молодая горилла по строению черепа больше похожа на человека, чем на собственных родителей!

Особенность человека — прямое бедро, оно позволило ему ходить прямо, только на задних конечностях. И эта черта есть в мире обезьян: точно такое же бедро у молодых шимпанзе и гиббона. А короткие округлые челюсти человека — признак не только молодых обезьян, но и вообще всех млекопитающих животных, но только если брать их в эмбриональном, зародышевом «возрасте». Волосы на теле человека растут вроде бы не совсем так, как у обезьяны. Но только на первый взгляд. А на самом деле волосатость человека точно такая, какой обладает семимесячный зародыш, еще не родившийся шимпанзенок.

Биологи называют иногда организм человека «хранилищем древностей». Есть у человека черты, не только взятые у зародышей обезьян, но и гораздо более древние.

Среди черепов людей попадаются черепа с особым лобным швом. Ни у одной обезьяны этого шва нет. Изредка этот шов попадает только у полуобезьян — лемуров и долгопятов. Есть он у всех прочих четвероногих — наших предков.

Ученые-антропологи заинтересовались, когда и как получили мы древний, еще дообезьянный признак. Оказалось, среди людей каменного века лобный шов — большая редкость, он только начал появляться. У британцев, живших две тысячи лет назад, уже 3,3 процента черепов с лобным швом. У современных англичан этим признаком обладает уже каждый десятый!

Случай с лобным швом — тот редкий случай, когда удалось «поймать» древний признак почти в момент его нового появления и распространения. Лобный шов не нужен был никому из предков человека, но, видимо, кстате ему самому: он облегчает развитие, рост черепной коробки, а значит, и мозга.

В самой общительности, стайности обезьяньего племени, в его склонности поиграть — много детского. Обезьяна стала человеком, научившись общаться с ближним. Разговаривать и в наши дни может научиться только маленький ребенок. После

определенного возраста, если его вовремя не научить речи, он останется немым. Значит, сам человеческий язык, великое орудие разума, мог родиться только из первых игровых криков-сигналов детенышей обезьянолюдей.

Немного не дошли до исторических времен неандертальцы — самостоятельно, давно уже отдельно от сапиенсов, развивавшаяся ветвь людей. Неандертальцы знали огонь, обрабатывали орудия. Что же помешало им развиться дальше, превратиться в «социальное животное», стать вторым, параллельным видом человека разумного на Земле?

Ученые считают, что главным препятствием на пути неандертальцев к высшей фазе развития стала их ранняя «взрослость». Недоверчивость, необщительность. Неандертальцы больше полагались на себя, на свои силы, были прекрасно приспособлены к суровой жизни в одиночку и малыми группами. Они преуспели в этом — и вырвались поначалу вперед, распространившись по всей Земле, потеснив прямых наших предков сапиенсов. Но это было временное преимущество, полученное в ущерб способности развиваться дальше. Для человека прогрессивное развитие с какого-то времени состояло в «одомашнивании», то есть в объединении — в роды, племена, в то время как неандерталец в организации выше первобытного стада не поднялся.

Инстинктивная настороженность, готовность к постоянной борьбе теряли свою первоочередную, безусловную выгоду, уступая место способности и желанию обучаться, умению уживаться, подчинять свои интересы интересам других, более слабых — женщин, детей, интересам общества. Предок должен был стать более «ручным», социальным животным. И он им стал, пройдя отбор на «детские» черты в психике и организации.

Некоторые ученые думают, что понять самые общие законы человеческого мышления, социальной психологии, предсказать грядущие пути развития человека как биологического вида, можно, изучая детей, их игры, их психологию, их развитие.

ЭТО ЗВУЧИТ ГОРДО

70 миллиардов человек — это все людское население планеты Земля с прапатери Евы 200 тысяч лет назад до тех 400 тысяч младенцев, которые родятся сегодня. Каждый двенадцатый из этой прорвы народу — наш современник. А завтра?

Ученые много спорят о том, властен или не властен над современным человеком естественный отбор. Будет ли человек дальше развиваться как биологический вид?

Скорее всего, правы те ученые, которые считают, что естественный отбор пока не прекратился и у человека, но изменился.

Да, медицина сделала гигантские успехи. Человек уже не вымирает миллионами от массовых эпидемий. Он стал дольше жить. Но смертность осталась. От некоторых болезней (сердечно-сосудистые заболевания, рак) даже возросла. Причем смертность во всех возрастах. Она, конечно, сильно уменьшилась в эпоху развитой медицины. Но это значит только, что «давление» естественного отбора ослабло, физическая эволюция человека замедлилась, но вовсе не прекратилась!

Не все люди женятся и оставляют после себя детей. Часто это и сегодня происходит из-за того, что человек не смог себе найти жену (мужа), что он не понравился (помнишь, мы говорили о половом отборе?). Не нравятся внешностью, из-за нездоровья — как и в мире животных, но еще и из-за недостатка ума, настойчивости, таланта, доброты — важнейших не общебиологических, а преимущественно человеческих свойств характера или, как иногда говорят, свойств души. Многие не заводят детей по бедности, чтоб «не плодить нищих». А некоторые — вполне богатые — люди не имеют детей потому, что не

любят их, не хотят усложнять себе жизнь. Их не нужно уговаривать, что они не правы, пусть их род не имеет продолжения. Пусть в человечестве не ослабевает, а укрепляется завещанное всей эволюцией наших предков наследственное свойство любить детей.

Так или иначе, все это значит, что и сегодня в нашем, человеческом виде происходит отбор. Если в генную запись зарождающегося человека вкралась нежелательная мутация-опечатка, причем не скрытая, а сразу проявляющаяся в признаке, человеческий зародыш и сегодня обычно гибнет еще до рождения, на зародышевой стадии.

Да, с развитием человеческого общества действие отбора ослабевает. В следующей главе ты прочтешь об опытах по искусственному вмешательству в передачу генетической информации, видимо, многие наследственные генетические заболевания можно будет скоро излечивать и это скомпенсирует изъятие из нашей эволюции редактора — естественного отбора.

Но биологическая эволюция долго еще будет вмешиваться, регулировать развитие человека.

...Мы говорили с тобой об уровнях организации живой материи. Для каждого большого этапа в развитии жизни на Земле можно выделить высший уровень, на котором в основном и идет дальнейшее развитие. После того как возникли многоклеточные животные, основное развитие живого шло уже на уровне превращений тканей и органов, облика и строения этих животных — клетки уже менялись мало. Человек все еще развивается на биологическом уровне. Но чем дальше, тем больше развитие переходит с биологического на более высокие — психический, социальный уровни развития. Будут совершенствоваться мышление человека, его наука и техника, его организованность, методы обучения новому.

Один видный американский биолог сказал: «Человек специализировался в направлении деспециализации». То есть человек силен тем, что, сохранив себя от узкого приспособления к какой-то определенной пище, однообразному существованию, избежал тупиков эволюции и стал всемогущим.

Но и такая чисто человеческая специализация содержит в себе опасность тупика. Осознав свое всемогущество, человек может забыть, откуда вышел, противопоставить себя всей живой природе, которая его породила. В мои школьные годы мы были обязаны заучивать якобы Мичуринское высказывание: «Человек не может ждать милостей от природы. Взять их у нее — наша задача». И брали. В 70-е годы советская цензура не давала печатать статей о загрязнении рек и озер, о хищническом уничтожении лесов, о вымирании растений и животных под жестоким натиском неумного хозяйствования.

Да человек разумный неразумно уничтожил многие виды своих «братьев меньших» — животных, загрязнил атмосферу и океан. И здесь познанные законы биологической эволюции еще раз могут пригодиться. Правило сохранения неспециализированности для человека нашего времени означает: сохранять природу, не забывая о родстве с ней, не выходить из нее.

При самой высокой технике и сложной науке человеческие дети должны расти в садах и лесах, купаться в чистых реках и в море, слушать пение птиц, видеть и вбирать мир живого, наш мир во всем его богатстве и роскоши.

Когда жизнь переходила с одного уровня на другой (например, с кристалло-биохимического уровня преджизни на клеточный, с клеточного — на многоклеточный, онтогенетический), предыдущий уровень никуда не уходил, а оставался не просто рядом, но как основание, опора для всех лежащих выше уровней пирамиды жизни.

Так и сейчас: достигнув уровня сферы разума, человек не может отбросить предыдущий уровень организации жизни — уровень биогеоценозов.

Биогеоценоз — это сложная система, например, лес — воздух над ним — вода в ручьях и озерах этого леса — все обитатели этого леса. Каждый член биогеоценоза связан с каждым другим. Разрушая, убивая что-то одно в этой системе, мы можем ослабить и убить весь биогеоценоз. Учение о биогеоценозах развивал академик В.Н. Сукачев, и пишущему эти строки повезло: в 1965 году, когда российская биология только начинала возрождаться после террора псевдоученых во главе с Т.Д. Лысенко, мне рассказывал об основах своего учения сам В.Н. Сукачев, лично...

Нельзя подрывать и еще более «низкие» (а точнее, просто лежащие ближе к основе здания жизни) уровни — организмов, клеток... Все связано со всем и человек не будет человеком без своей истории, без своего привычного биологического окружения.

Когда-то человек уничтожил в Сибири мамонта и шерстистого носорога, в Южной Америке — мастодонтов. Четверть века понадобилось китобоям в XVIII веке, чтобы выбить морскую корову на Командорских островах.

Этих животных не просто жалко. Они могли бы стать домашними животными, и тогда человек получил бы от них гораздо больше. Ведь выбив мамонта, сибирский человек каменного века сразу оказался на голодном пайке и стал вымирать — Сибирь обезлюдела. Морская корова, добродушнейшее создание, жевавшая морскую капусту и дававшая вкусное молоко, могла бы стать первым морским домашним животным. Сейчас мы должны помнить о том, что вся Земля — наш дом и сад и что всякое животное и растение в нем — это наши домашние растения и животные, которых надо беречь. И не только потому, что нам это выгодно.

Оберегая жизнь, человек становится человечней, он еще выше поднимается по лестнице, ведущей от эгоизма и жестокой борьбы первобытного леса к Гармонии единства личности, природы, общества.

ПУТЬ КЕНТАВРА, Или 6 вступлений к дарвинизму завтрашнего дня

Близится конец книги об эволюции наших предков. Стараясь показать читателю, что все в развитии взглядов на этот предмет было непросто, автор, может быть, и несколько перегнул палку. Да, на каждом этапе многие ученые чувствовали, что вопросов перед ними открывается больше, чем закрывается позади «белых пятен». Дарвин разрабатывал свое учение, еще ничего не зная о механизме наследственности. Даже опыты его современника Грегора Менделя на горохе, пролившие свет на законы расщепления признаков в потомстве, были ему неизвестны. Но несмотря на все ошибки, «белые пятна», еще усеивающие полотно нашего знания, успехи науки о живом поразительны. Ты прочел в других главах этой книги, как уточнялась и совершенствовалась теория эволюции после Дарвина. Были открыты различные виды естественного отбора, законы изменчивости оказались неизмеримо более сложными, чем простые мелкие, случайные отклонения от типового набора признаков...

Сейчас наука оказалась лицом к лицу с основой всего живого: химически синтезирован ген, чудесная первооснова каждого признака или свойства организма. На схемах длинных нитей ДНК самых разных организмов — все больше участков с опознанными генами или группами генов.

Самый передний край этого наступления науки на тайны живого — пожалуй, геновая инженерия, научное направление, развивающееся в разных странах.

ВСТУПЛЕНИЕ ПЕРВОЕ: «ОТ АДАМА»

Во многих открытиях, у истоков многих научных направлений какую-то роль играет элемент случайной находки. Но к геновой инженерии это не относится. Мне кажется, я не погрешу против истины, сказав, что к этому этапу биология была направлена издавна, еще с мифов о химерах и кентаврах, с алхимических и натурфилософских фантазий об искусственных живых существах, искусственных человечках, гомункулусах.

Дарвинист Э. Геккель, обращаясь к химикам-органикам прошлого века, воскликнул: «Если вы создадите правильный белок, он закопошится!..» Можно сказать так: даже не говоря об этом прямо, даже чисто подсознательно, биологи всегда имели и имеют перед собой эту цель — лабораторный синтез живого существа, пусть самого простого. Только в этом случае можно будет надеяться, что ученые по верному пути шли к решению «мировых загадок» наследственности и зарождения живого. Хотя, конечно, полной уверенности, что лабораторная модель повторяет тот процесс, который совершался естественным путем четыре миллиарда лет назад, может не быть и тогда.

Простейшее размножение — это деление. Клетка делится, делится надвое — вдоль — и ее генный набор, образуя две одинаковые копии. В этом простейшем акте воспроизведения творчества не больше, чем в миллионном обороте печатной машины, воспроизводящей набранный текст. На этом уровне организмы-братья, будучи абсолютно одинаковыми, тем не менее глубоко, трагично разобщены — между их генами нет и не будет никакой связи. Общее между ними только в прошлом. И значит, даже если в результате геновой «опечатки» и появится что-то новое — мутация в геномном «фундаменте» и, соответственно, в признаковой «надстройке» организма, — то это новшество будет

иметь значение только для прямых потомков мутанта и не окажет никакого влияния на его современников-собратьев, на общество подобных (популяцию, как говорят биологи), на вид животного, растения, микроорганизма. Такой линейный способ эволюции, развития жизни — примитивен, он не может дать высоких результатов. Правда, теперь уже весьма вероятно, что даже и при размножении делением, природа находит способы «горизонтального переноса» генной информации — и не только на уровне организмов одного вида...

Близко к самому началу своего развития живая природа изобрела половое размножение. При половом размножении потомок получается глубоко оригинальным среди собратьев по виду, ибо сочетание генов, которое он получает в наследство от двух предков, неповторимо. С другой стороны, сообщество, популяция глубоко индивидуальных организмов спаяно при половом размножении поразительным единством. Мутация в одном организме потенциально принадлежит всем. Популяция развивается как целое. С помощью естественного отбора закрепляются или отбрасываются те или иные признаки вида. Соответственно отбрасываются (как вариант: переходят в разряд скрытых, «спящих») одни гены общего генофонда или распространяются, закрепляясь, новые мутантные гены (вариант: выходят на поверхность гены, до того скрытые).

Не просто разные сочетания хромосом — этих надъединиц наследственности — определяют лицо потомка, есть и более тонкие механизмы, изученные классической генетикой. Число хромосом может удвоиться против нормы — это полиплоидия, она может дать дать крупных, жизнестойких мутантов-потомков. Одна хромосома может распасться на части и заменить участок другой хромосомы. Два организма разных видов или даже родов могут иногда «сложить» свои генные наборы. Тогда образуется редкость — гибрид-кентавр с наследуемой новой смешанной организацией. Таковы были знаменитый капустно-редечный гибрид Г. Д. Карпеченко, пшенично-ржаной гибрид тритикале, культурная слива. Подобные ухищрения селекционеров и классической генетики можно было, считает молекулярный биолог С. И. Алиханян, назвать генетической инженерией. Генетическая инженерия целиком еще ограничена естественными рамками полового размножения, скрещиваемости, которая еще изредка возможна между видами и родами растений, но становится непреодолимым препятствием на пути более смелых попыток создания кентавров, соединения разнородных генных наборов — скажем, при скрещивании животных с растениями, позвоночных с беспозвоночными, млекопитающих с лягушками, хищных с травоядными или хотя бы парнокопытных с непарнокопытными.

На уровне полового размножения генофонд популяции, и, в конечном счете, вида, почти во всех случаях отгорожен от генофондов других видов и родов животных. Получается нечто похожее на то, что было на уровне неполового размножения: вид с видом может взаимодействовать только «экологически» — либо борясь за существование, либо еще проще — поедая один другой. Виды-братья при половом размножении генетически так же глубоко, трагически разобщены, как особи при неполовом. Общее у видов, а тем более родов, классов и т.д. — только в прошлом, ни в настоящем, ни в будущем им — так думали еще недавно — не обогатить друг друга полезными генными приобретениями...

И вот новый этап на пути развития как экспериментальной, так и теоретической биологии — рождение уже не генетической, а генной инженерии, когда направленное, точное вмешательство переносится вглубь, на более первичный уровень организации живого вещества. Генная инженерия занимается операциями по пересадке небольших групп генов и даже отдельных конкретных генов. Цель генной инженерии — создание

совершенно новых организмов с заранее заданными свойствами!

ВСТУПЛЕНИЕ ВТОРОЕ: ОТ ИЗВЕСТНОГО

В 1973 году группа американских ученых обратилась в Национальную академию наук США по поводу потенциальной биологической опасности опытов по сшиванию новых молекул ДНК. Отдельными участками нитей этого биополимера — дезоксирибонуклеиновой кислоты — и являются гены.

Специальная комиссия академии во главе с одним из ведущих «генных инженеров» П. Бергом в июле 1974 года обратилась к ученым всех стран с призывом наложить добровольный мораторий (временный запрет) на целый ряд экспериментов, чреватых страшной опасностью для человечества.

24-27 февраля 1975 года международная конференция ученых в Асиломаре (США) сняла мораторий, но разработала целый ряд правил в области генной инженерии.

В январе 1977 года, на подобной же конференции в Майами генные инженеры углубили и дополнили строгие правила своих экспериментов.

С 1996 года в России действует закон «О государственном регулировании в области генно-инженерной деятельности»

Генная инженерия действительно может быть опасной в беспечных или преступных руках. Она в принципе может создать новых болезнетворных микробов, с которыми организм человека бороться не умеет и на которых не действуют никакие лекарства. С другой стороны, генная инженерия — это поистине «горячая точка» современной науки. Благодаря ей, как писал академик А. А. Баев, «экспериментальная биология вступила в новую фазу своего развития, которую можно было бы назвать творческой, так как человек здесь скорее выступает в роли созидателя, чем робкого наблюдателя природы».

ВСТУПЛЕНИЕ ТРЕТЬЕ: СУТЬ ДЕЛА

Первый этап работы генного инженера обычно состоит в том, чтобы подобрать хорошего переносчика генетической информации. Переносчиком, иначе, вектором, могут быть фаг, вирус и еще плаزمида — крошечное тельце, состоящее из ДНК. Дело в том, что в природе именно фаги, вирусы и плазмиды часто переходят из клетки в клетку, то встраиваясь в генный набор хозяина, то отсоединяясь от него снова. И если вирус и фаг, в основном, это враги и паразиты клеток, то роль плазмиды изначально другая. Она добавляет в клетку ту генетическую информацию, которой там не хватает, например, у бактерий некоторые плазмиды вызывают что-то похожее на половое размножение, рекомбинацию, обмен генами между бактериями.

Второй этап работы генного инженера состоит в том, чтобы подобрать, выделить (или синтезировать) тот — донорный — ген, который нужно перенести с помощью «вектора».

Потом этот ген (или фрагмент ДНК, включающий нужный ген) нужно соединить,шить с вектором и отправить этот гибрид в клетку-реципиент. Там, в клетке, вектор присоединится к хромосоме хозяина, встроится в наследственность клетки. Клетка,

делясь, уже передает по наследству новую генную запись, и она и ее потомки обладают свойством, определяемым встроенным геном...

Так и сделали, еще двадцать лет назад, например, Л. Тихомирова, А. Солонин и Л. Петровская вместе со своим руководителем Н. Матвиенко. Сделали дважды. Сначала разрезали пополам ДНК фага «лямбда», вшили туда плазмиду и этот гибрид ввели в бактерию — кишечную палочку. Потом они поступили «наоборот». Вектором-переносчиком стала плазида. Ее кольцевую молекулу ДНК разрезали в одном месте. В разрез «вставили» один из фрагментов фага «лямбда».

Плазида, или фаг, вооруженные несвойственным и ненужным им самим геном, выпускаются в культуру кишечных палочек. В обоих случаях часть кишечных палочек приобретает новые гены, а значит, и новые свойства. Чистую культуру бактерии с новой наследственностью получают, используя принцип отбора. Чашечку с бактериями подвергают испытаниям, которые могут выдержать только те бактерии, которые усвоили новые гены... И вот перед исследователем чистая культура кишечной палочки с новым, невиданным в природе сочетанием наследуемых свойств. Эти свойства можно проверить, выявив на любом этапе эстафеты поколений быстро размножающейся бактерии. Новый организм, сконструированный методами генной инженерии!

ВСТУПЛЕНИЕ ЧЕТВЕРТОЕ: СКВОЗЬ ТЕРНИИ...

Но такая, бегло рассказанная суть работы генных инженеров не отражает, конечно, и доли истинного содержания всех этих понятий: «взял» (как взять-то молекулу, что за пинцет такой?), «разрезал», «сшил». На каждой из этих операций — масса мучений, кропотливой работы, неудач.

Фаг лямбда... Один из простейших «атомов жизни», носителей собственной наследственности, предмет изучения целого поколения «лямбдологов» (термин, может быть, и не официальный, но уже вполне не шуточный).

Как и многие другие вирусы и фаги, «лямбда» может встроиться в генный набор клетки хозяина, не причиняя ей вреда. Потом отделиться, снова стать фагом. И оказывается, не всегда это повторное отделение происходит по месту первоначальной сшивки. Иногда фаг «забывает» часть своих генов в чужом геноме, иногда прихватывает чужие гены и переносит их в другую клетку. Этими природными свойствами фагов (а также вирусов и плазмид), как переносчиков генов, и воспользовались генные инженеры.

Но не нужно думать, что клетки бактерий или более высокоорганизованных существ безразлично относятся к вторжению чужеродной генной информации. На пути чужих нуклеиновых кислот встают вырабатываемые клеткой молекулы ферментов рестриктаз.

Рестриктазы — это скальпели на молекулярно-биологическом уровне. Они кромсают чужую ДНК, превращая ее в кучу обрезков. Но взоры генных инженеров остановились именно на рестриктазах, скальпель — это как раз то, что нужно на первом этапе генно-инженерного конструирования.

ДНК фага «лямбда» режется рестриктазой в пяти точках. Причем, режется очень своеобразно. Каждый отрезок ДНК (а ДНК, как известно, состоит из двух взаимно комплементарных, а значит, «липких» по отношению друг к другу нитей) режется «со сдвигом». Одна нить режется не точно против другой, а несколько сбоку. На концах отрезков оказываются небольшие куски «липкой» одонитевой ДНК. Представь себе,

читатель, склеенные между собой на всю длину две липкие изоляционные ленты. Такая двойная лента с клейкими слоями, направленными внутрь, снаружи не липкая. Но если одна из этих лент короче другой, то у нелипкой двойной ленты будет липкий кончик... Такие отрезки ДНК, с «липкими кончиками», интересны генному инженеру одним: они потенциально готовы к новой склейке.

Пушинские генные инженеры взяли для своих опытов не «дикий» фаг «лямбда». Дикий не годится! У него жесткая белковая «головка», в которую ДНК этого фага просто упрется, если ее сильно удлинить. А ДНК нужно именно удлинить, «пришивая» чужие гены. Выведенный в США специальный лабораторный мутант фага содержал укороченную нить ДНК. Это расширяло возможности исследователей и к тому же выброшенный, несущественный для главных функций фага кусок ДНК содержал одну из точек разрезания. Это уменьшало на один количество фрагментов ДНК, полученных после обработки ее рестриктазой. Но для более точного конструирования на молекулярном уровне нужно было добиться, чтобы молекула фага-переносчика содержала только одну точку разрезания!

Это составило лабораторное содержание первой части работы молодых — тогда — ученых. Здесь пригодилось неиссякаемое терпение Лаймы Тихомировой.

Применяя уже знакомые нам методы «отбора в пробирке», пушинские экспериментаторы начали выделять из массы единиц лабораторного фага те, которые были наиболее устойчивы к действию рестриктаз. Сначала им удалось вывести мутант, разрезаемый рестриктазой не в четырех, а в трех точках. Затем из него тем же методом терпеливого культивирования — мутант, разрезаемый в двух точках, затем в одной... Этот выведенный в отделе А. А. Баева в лаборатории Матвиенко штамм и стал «вектором», переносчиком в первом эксперименте пушинских генных инженеров.

Плазмида, взятая в качестве донора новой генной информации, разрезалась рестриктазой в одной точке, но оставалась целой — просто из кольцевой ее ДНК становилась нитевидной (с «липкими» тоже кончиками). И вот обрезки видоизмененного фага и нитевой плазмиды смешиваются в пробирке. «Липкие» концы обрезков слабо связываются друг с другом.

После этого в смесь добавляется фермент ДНК-полинуклеотидлигаза, действие которой — обратное действию рестриктаз. Лигаза окончательно сшивает отрезки ДНК и тщательно заделывает швы.

Эксперимент был закончен...

ВСТУПЛЕНИЕ ПЯТОЕ: ОШЕЛОМЛЯЮЩИЕ ПЕРСПЕКТИВЫ

В одной из лабораторий Франции ученые искали способ борьбы с одним из наследственных заболеваний человека. При этом заболевании в клетках человека врожденно покалечен ген, управляющий производством некоего фермента. Фермент очень нужный, его отсутствие сопровождается тяжелыми нарушениями обмена. Неожиданно этот самый ген нашли в некоторых вирусах... Появилась смелая идея — воспользоваться вирусом, чтобы излечить наследственное заболевание человека.

Для начала решили провести опыты на мышах. Есть такой чисто «мышинный» вирус папилломы. Он вызывает у мышей заболевание: образование на поверхности тела папиллом, чего-то вроде бородавок. Этот вирус как раз из тех, содержащих нужный ген.

Мышей заразили вирусом, они заболели. Одновременно мышей исследовали на содержание в их тканях того самого фермента. Его стало больше, чем у незараженных!

И тут произошло неожиданное. Сама жизнь закончила этот опыт намного раньше времени. У сотрудников лаборатории тоже обнаружилось увеличение производства фермента! В чем дело? Вирус ведь специфический, мышинный! Да, мышинный, и поэтому он в организме человека самостоятельно не размножается, не поражает клеток, не образует папиллом. Но он проникает в геном человека, встраивается в него в виде дополнительного набора генов. А среди этих генов — ген, управляющий производством того самого фермента. Если бы среди сотрудников лаборатории оказался ребенок, страдающий наследственной болезнью, с которой они хотели бороться, он бы вылечился!

Могут сказать, что этот случай не имеет прямого отношения к генной инженерии. Да, над ДНК не производили никаких операций, нужный донорный ген встроился в геном нового хозяина естественно, в составе ДНК своего вируса. Но аналогия с перспективами и проблемами генной инженерии самая выразительная.

Да, приобретая власть над генами, человек вплотную подступает к решению многих, вчера казавшихся фантастикой задач. И при этом есть риск неуправляемого, побочного, неожиданного, результата. К счастью, некоторый избыток фермента, который вырабатывается теперь в организмах сотрудников французской лаборатории, безвреден. А если бы было не так?

Итак, какие практические выгоды сулит человечеству генная инженерия?

У человека есть масса наследственных болезней, полное излечение которых обычными методами медицины не удается. Случай, произошедший во французской лаборатории, — только случай. На случай нельзя ориентироваться. Американские «генные инженеры» К. Меррил и Х.Станбро попытались нащупать пути излечения еще одного наследственного заболевания — галактозной недостаточности. К счастью, есть способ, позволяющий производить опыты с клетками человека, не подвергая опасности человека. Клетки любого высшего животного можно заставить размножаться в лаборатории, в чашечках, размножаться массой, без образования тканей, органов. С культурой человеческих клеток, больных галактозной недостаточностью, ученые и производили свой опыт.

В качестве «вектора «-переносчика они использовали мутант того же фага «лямбда» со встроенным в него тем участком ДНК из кишечной палочки, где находится галактозный оперон — группа генов, способная «организовать» производство недостающего соединения. Гибридный фаг впустили в культуру больных клеток человека. В 1974 году Меррил и Станбро объявили, что клетки излечились!

Похожий опыт провела группа ученых США и в 1975 году, излечив клетки, больные так называемым бета-ганглиозидозом.

Не менее привлекательна «обратная задача»: встройка генов высших, скажем человека, в геномы низших, например бактерий. Для чего это надо?

Да для того, чтобы простыми, дешевыми, массовыми методами производить различные лечебные сыворотки, гормоны: ростовой гормон гипофиза, иммуноглобулины — вещества, побуждающие ослабленный детский организм сопротивляться всякой инфекции, белки, позволяющие подавить гемофилию — наследственную несвертываемость крови.

На этом пути есть успехи. Способом, похожим на примененный пущинцами — с помощью рестриктазилигаз, — сумели встроить в плазмиды гены из ДНК морского ежа, управляющие синтезом некоторых белков. Сумели встроить один из генов любимого лабораторного животного генетиков — мушки дрозофилы в геном столь же любимой микробиологами кишечной палочки-выручалочки.

Уже продается в аптеках и спасает жизни миллионов людей человеческий (а не животный, как прежде) инсулин, лекарство от «сахарной болезни» — диабета, полученный в культурах снабженных человеческим геном бактерий.

В сельском хозяйстве трансгены тоже уже работают и приносят прибыль. В 1986 году удалось пересадить один ген из бактерии «тюрингская бацилла» в геном табака. Это был ген, который управлял строительством белка — токсина, то есть яда для насекомых-вредителей этого растения. Ученые продолжают опыты, и уже почти в новом тысячелетии сумели пересадить этот же ген из той же бациллы в культуру риса. Рис — сам! — стал убивать своих двух злейших врагов, желтого и полосатого пилильщикова.

Одна из плазмид, T_i-плазида перенесла в тот же табак ген, в 10 раз повысивший в растении содержание аспирина, салициловой кислоты и тем избавила его от трех заразных заболеваний и повысила устойчивость к ужасу табаководов — вирусу табачной мозаики. Но эти же чудо-фаги и плазмиды иногда по совершенно непонятным причинам, привнеся тот или иной ген в то или иное растение, не только ничего путного не совершают, но и действуют наперекор, не усиливая тот или иной нужный признак, а даже и подавляя его окончательно. Поиск во многом все еще идет вслепую...

«Золотая мечта» растениеводов — создание сельскохозяйственных растений со встроенным геном фиксации атмосферного азота (Nif-опероном) — пока относится к области фантазии», — писал когда-то академик А. А. Баев. Но добавлял, что этот чудо-оперон, сулящий человечеству революцию в области продуктивности сельского хозяйства (удвоение и утроение урожаев по всей планете!), уже умеют перебрасывать из бактерии в бактерию очень уверенно. Будем надеяться, что эта и другие «золотые мечты» растениеводов не останутся только мечтой.

Тот же случай с французскими учеными, нечаянно заразившимися вирусным геном, наводит и на другие размышления.

— Был такой случай, — рассказывал мне научный руководитель пущинской группы Николай Матвиенко. — Послали статью об очередном эксперименте по генной инженерии в известный международный журнал. Оттуда статью завернули: в статье не указаны гарантии биологической безопасности эксперимента.

— Как вы считаете, правильно завернули?

— Правильно. Опасность, конечно, есть. Вы знаете, как назвал один американец выведенные безопасные векторы-мутанты фаги «лямбда»? Аронфаги! Не догадываетесь, что это значит?

— Нет.

— Подскажу. Это по-английски пишется так: haronphags.

Все ясно! Харон — мифический перевозчик душ усопших в царство мертвых через реку Стикс...

— Хорошо. Ну, а ваш фаг, переносчик генов, его можно отнести к аронфагам?

— Да! Мы много об этом думали. И в тексте работы есть об этом...

— В человеке, — продолжал Н. Матвиенко, — ежедневно продуцируются триллионы кишечных палочек. Это основная масса нашей «кишечной флоры», без которой мы, пожалуй, не смогли бы нормально питаться и переваривать пищу. Представляете, что будет, если на волю вырвется штамм кишечной палочки со встроенным в него опасным геном? Наши организмы не привыкли бороться с кишечной палочкой, она — союзник. И вдруг союзник становится врагом... Последняя конференция в Майами разработала подробную инструкцию о правилах работы генных инженеров. Трудно предположить, что кто-нибудь захочет нарушить эту инструкцию, подвергнуть окружающих страшной опасности. В то же время за рубежом есть частные фирмы, отнесшиеся скептически к инструкции. Что делается в лабораториях этих фирм, общественность часто не знает. Нужны еще, наверное, и какие-то юридические рамки...

Генные инженеры всего мира продолжают поиски новых методов разрезания и сшивания генов. Причем сейчас эти поиски ведутся в основном в направлениях заведомой безопасности самих методов.

Обычно работа идет с организмами, гены которых хорошо известны. Но опасность может подкрасться со стороны... Рестриктазы режут нити — ДНК фага заканчивается не геном, а какой-то его половинкой. Отрезок чужой ДНК, который нужно присоединить, тоже заканчивается обрывком какого-то другого гена. Чаще всего соединение этих двух половинок ничего нового не дает. Но в принципе не исключено, что две половинки разных генов смогут образовать новый ген с совершенно новыми, неизвестными свойствами!

Это значит, нынешний рестриктазно-лигазный метод генной «хирургии» нужно в будущем заменять каким-то более точным, прецизионным методом генного конструирования.

Среди нынешних методов генной инженерии есть и такой. ДНК не режут, а как бы зачищают с концов особым ферментом и «надставляют» другими реактивами. Зачищенные и надставленные концы приобретают свойство «липкости». Этим способом можно связывать почти полные генные наборы двух совершенно разных организмов, получать настоящие генные гибриды. Но и здесь на местах сшивки ДНК образуется до 25 надставленных нуклеотидных пар случайного характера и неизвестного действия! Тот же П. Берг, инициатор моратория, как-то проделал такой опыт: разрезал ДНК одного вируса пополам, а потом сшил обратно эти половинки с зачисткой и надставкой. В ДНК вируса появилось около 50 пар повторяющихся звеньев-нуклеотидов — своего рода грубый шов. И вот этот шов оказался не безразличен для свойств вируса. Он стал «новым геном».

Вирус размножался как ни в чем не бывало, но в нем появились новые свойства, которые заранее предвидеть было невозможно!

Одно из генеральных наступлений генных инженеров сейчас идет на млечную железу коровы. Предполагается, что это изумительное изобретение природы можно использовать в качестве биореактора, заставить вырабатывать, кроме масла и казеина, еще множество биологически активных продуктов и лекарств. Пока ученые нащупывают подходы — и неудачно. Совсем недавно, после многолетних и дорогих экспериментов уже почти, было, получилось, выделили четыре коровьих же гена в качестве переносчиков будущих дополнительных трансгенов, считая, что уж такой переносчик направится куда

надо, в молочную железу и больше никуда. В молочную железу посланец, действительно, явился, внедрился, но — увы — не только туда. Еще и в легочную ткань. Брак — последствия такого вторжения, куда не надо, могут быть катастрофическими...

Ученые нередко вынуждены, обязаны отступать, отказываясь от искушения просто удовлетворить любопытство, понадеяться на авось. Уж очень велика опасность в случае неожиданности...

ВСТУПЛЕНИЕ ШЕСТОЕ: КЕНТАВРЫ ЭВОЛЮЦИИ

А что ждет это научное направление в близком и далеком будущем? Даже не в области практического применения, нет. Может быть, не менее важно другое: насколько генная инженерия изменит наши представления о мире, в котором мы живем? О жизни, о биологии как науке и, наконец, об эволюции, об истории наших предков ?

Чарльз Дарвин наблюдал то, что до него наблюдали сотни биологов, селекционеров. Путем направленного отбора, подхватывания нужных свойств в веере случайной естественной изменчивости человек выводит за десятки, сотни, самое большее тысячи лет разновидности и породы домашних животных и растений, резко отличающихся от диких предков (и смешная болонка, и телкообразная московская сторожевая — это только породы, разновидности одного вида животного, дикий прототип которого — серый волк!). Все видели чудесную силу отбора, поражались, восхищались ею, но только Дарвину пришло в голову, что нечто подобное может происходить и в природе, где тоже идет отбор, естественный отбор самых жизнестойких, самых плодовитых. Только сроки естественных превращений другие. Так появилось эволюционное учение Дарвина — дарвинизм.

Что-то общее есть между только что обрисованной ситуацией и нынешним положением генной инженерии. Неверно думать, что генная инженерия — что-то совершенно отличное от природы, противопоставленное ей. Способы разрезания ДНК, вшивания генов, переноса их к новому хозяину — все взято из природы. Вирусы, фаги и плазмиды действительно переносят гены из бактерии в бактерию, в клетки многоклеточных «хозяев» и — вполне вероятно — осуществляют (хотя и более медленно) в естественных условиях все до сих пор разработанные и испытанные методы генной инженерии.

И тогда действительно неверны недавние еще представления о трагической генетической разобщенности организмов, размножающихся не половым путем, и даже о генетической разобщенности между собой разных видов и родов животных. Все больше говорят и пишут о неизбежности и торжестве «самых еретических гипотез», о «генной инженерии в природе». Что это значит? Это значит, что, помимо давно известных движущих сил эволюции всего живого, мутаций, изменчивости и отбора, существует еще одна — прямой или косвенный «обмен генами по горизонтали». Генами, кодирующими те или иные признаки, обмен — между даже очень отдаленно родственными видами животных, растений, бактерий.

Ученых давно уже поражало единство, однообразие строения всех живых существ — от микроорганизмов до человека на биохимическом, генетическом уровнях. Например, белки всех живых существ состоят из 20 аминокислот (биохимикам известно в десять раз больше!). Соответственно однообразно устроены и все генные механизмы в строительстве этих белков.

Мы уже говорили об этом: некоторые ученые все еще объясняют все эти свидетельства самого близкого родства всего живого тем, что земная жизнь не самозародилась, а развилась из сравнительно развитых одноклеточных организмов, занесенных на Землю из космоса. Эта мысль содержится, например, в трудах знаменитого английского физика Ф. Крика, того самого, разгадавшего вместе с Дж. Уотсоном тайну двойной спирали ДНК, ожерелья из генов... В начале что-то одно — и это единство продержалось миллиарды лет...

Но, может, быть, были механизм, непрерывно поддерживавший все эти миллиарды лет единство всего живого?

«Шла ли эволюция только путем «предок-потомок», как это предполагал Дарвин, или возможны и другие механизмы, такие, как горизонтальный перенос генов?», — ставит вопрос ребром один из современных российских молекулярных биологов...

Палеонтологи обнаруживали в слоях земных свидетельства странных, с точки зрения старого дарвинизма, вещей. О некоторых странностях мы говорили. Похоже, самые разные группы зверозубых ящеров одновременно и независимо друг от друга приобретали признаки млекопитающих животных — шерсть, теплокровность, млекопитание. А до них на уровень рептильности выходили также одновременно и независимо самые разные древние амфибии. А еще раньше приобретали схожие амфибийные признаки древние кистеперые из разных родов. Самые разные голосемянные растения 120 миллионов лет назад приобретать покрытое семя и цветок. На путь очеловечивания встали в конце третичного времени самые разные существа, потомки афропитека, — человекообразной обезьяны, жившей около 10 миллионов лет назад. В предыдущей главе шел разговор и о чрезвычайно запутанном вопросе с неандертальцами. Были ли они нашими предками? А может быть, многие черты сходства между ними и нами — от долгой жизни по соседству, от общих болезней — и тоже горизонтального обмена генами?

Короче говоря, среди предков нынешних животных и растений время от времени появлялось что-то вроде «моды» на те или иные признаки. Некоторым ученым кажется, что одного генетического дальнего родства и действия внешних условий недостаточно, чтобы объяснить явления «моды» в живом мире. А что если это не мода была, а своеобразная эпидемия?

Заражение генами! Великий круговорот генов в природе, обмен генами на самых разных уровнях организации, «естественная генная инженерия», осуществляемая с помощью тех же вирусов, очень хорошо объясняют эти и многие другие загадочные факты, главный из которых — глубокое единство живого мира. Правда, клетки наших тел содержат ядра, до ДНК которых добраться непросто. Но они, клетки наших тел, содержат и давнюю историю живого мира, как мы уже говорили. В клетках есть тельца, органеллы. Некоторые из органелл, например, митохондрии в гетеротрофах и хлоропласты в зеленых растениях, занятые добытием и преобразованием энергии для всех сложных клеточных биохимических, генетических процессов, очень похожи на самостоятельные одноклеточные организмы и даже конкретно — на определенные разновидности бактерий, и сейчас существующие в природе. «Предшественниками митохондрий были протеобактерии, а предшественниками хлоропластов — цианобактерии», — пишет, как о деле решенном, современный исследователь В.Г. Дебабов. Сходство это велико! Вплоть до того, что у митохондрии есть свой генетический механизм, своя — кольцевая, как и у протеобактерии, — ДНК, они могут самостоятельно, независимо от клетки размножаться.

А широчайший обмен генами между бактериями с помощью вирусов, фагов и плазмид — это реальность. Плазмиды (одна из них — это как раз наша героиня, кольцевая

ДНК той же митохондрии) даже, похоже, для того и существуют. Значит, митохондрия, наша «ручная» бактерия, может стать своеобразным посредником, принимая чужие гены в свою ДНК. Но ведь это уже в наших клетках! Путь от митохондриальной ДНК высших животных до ядерной, «тотальной» ДНК недалек...

Лет десять назад ученые нашли еще один «вектор» — переносчик чужой генной информации. Им оказались... мужские половые клетки, сперматозоиды самых разных животных, вплоть до млекопитающих. В определенных условиях сперматозоид способен, оказывается, по пути прихватить, например, тот же фаг лямбда, вместе с его геномом и встроить его гены в оплодотворяемую яйцеклетку! Лет пять назад у нас в стране начались опыты по подсадке чужих генов вьюнку — есть такая небольшая рыбка. Наилучшие результаты получились при ударе искусственной молнии — 1500-вольтовым разряде тока на льду. Молоки-сперматозоиды от разряда не погибли, а прихватили подsunутую им плазмиду и трансплантировали ее гены в яйцеклетку. Эмбрионы вьюнка получили новые гены, это точно установлено, но пока дальше этого дело не пошло. Но в принципе и такой путь, оказывается, возможен. Когда-то в эволюционной истории подобный эксперимент могла ставить и природа...

Мы говорили об этом, когда шла речь о том, с чего, с какой молекулярной структуры могла начаться жизнь на Земле (или в космосе вообще). Так называемая центральная догма молекулярной биологии гласит: в основе жизни лежит двойная спираль ДНК. Только на ней, над каким-то ее участком может образоваться информационная, она же матричная РНК, с которой, в свою очередь, в рибосоме списывается последовательность аминокислот в белке:

ДНК → РНК → белок

Ученые давно заподозрили, что догма могла и не работать в самом начале жизни, а потом и просто открыли обратные процессы. И белок может синтезироваться в ряде случаев без нуклеиновых кислот, и РНК может стать матрицей для синтеза гена, то есть участка ДНК.

Это крупнейшее открытие было сделано американскими учеными Теминым и Балтимором при исследовании свойств ретровирусов, самых опасных и загадочных то ли существ, то ли веществ, носителей таких болезней, как рак и СПИД человека, болезни крови у человека, птиц, грызунов. «Ретро» в названии — именно из-за свойства ретровирусов поворачивать вспять стрелку в «догме»:

РНК → ДНК

Ретровирус предельно прост, в нем нет своего механизма воспроизведения, он не умеет сам размножаться. Зато он может двигаться, проникать. Для своего размножения он использует клетку хозяина, куда проникает, как всякий вирус. Там он с помощью специального фермента обратной транскриптазы реплицирует на нити хозяйской ДНК своих несколько генов. Обманутая ДНК начинает штамповать чуждые ей РНК и белки пришельца, то есть, размножать его (нередко на погибель организму хозяина).

Исследования ретровирусов сейчас идут широким фронтом во всем мире. Стало ясно, почему так трудно найти вакцину против рака и СПИДа. Ретровирусы — это природные «генные инженеры», они проникают в гены, они сами — гены. Более того, оказалось, что во многих случаях встроенные гены (их называют провирусами) остаются в геноме хозяина навсегда. Они наследуются. И иногда готовы через много поколений снова начать «вредительский образ жизни», порождая инфекцию как бы ниоткуда.

Возможно, так можно объяснить внезапное появление и стремительное распространение в мире вируса иммунодефицита человека, СПИДа лет двадцать назад.

В геноме человека последовательностей, явно происходящих от вмешательства ретровирусов на тех или иных стадиях развития наших предков, немало, около одного процента и около 70 разновидностей давно уже обладают статусом «своих».

Сначала открытие этих генов (их называют эндоретровирусами) в геномах человека и животных повергло ученых в ужас — шутка ли, в наших генах сидят готовые — по неведомому нам сигналу — наброситься и уничтожить нас полчища врагов, от которых не уйти. Но постепенно все успокоилось — было ясно, что просто так в эволюции ничего не бывает, гены-вирусы исполняют какую-то работу, иначе бы им вряд ли нашлось место в организме. Больше того, вероятно, эта работа исключительно важна, опасные пришлые гены в конечном счете приносили организмам-предкам больше пользы, чем вреда — иначе естественный отбор не оставил бы о них и воспоминания...

Стали разбираться с белками, которые вырабатываются генами ретровирусов. Чем они интересны, чем отличаются?

Про один из них было, например, известно, что именно он подавляет иммунитет клетки-хозяина, обеспечивая беспрепятственное вторжение вируса и его «неопознание». Во встроенном в геном варианте это свойство сохраняется — и используется — но уже совсем с другой целью. Оказывается это средство подавления иммунитета нужно... эмбриону, ну, например, человека во время беременности матери. Когда-то перед живородящими плацентарными млекопитающими встала эта проблема — как выключить иммунную защиту материнского организма, чтобы она не отторгла, не уничтожила зародыш, приняв его, скажем, за возбудителя болезни. Эволюция решила проблему быстро и точно, методом «генной инженерии» — привлекла для этой работы давно на ней специализированный ген пришлого ретровируса, с которым пришлось на этот случай поладить. Другое дело, что постоянное присутствие соответствующего гена в клетках потенциально небезопасно: то, что нужно эмбриону, вовсе не нужно взрослому организму, и в какой-то момент не во время включившийся механизм подавления иммунитета может отправить в небытие до этого вполне здоровое существо.

Можно предположить, например, такую гипотезу, объясняющую внезапное появление СПИДа, неведомого многим поколениям людей до 70-х годов XX века. Возможно, это был опасный ретровирус, отправивший в небытие несколько видов приматов много миллионов лет назад... Или нашего кузена неандертальца 40 тысяч лет назад. Выжили те роды и виды приматов (в том числе наши прямые предки), которые «сумели» сделать добро из зла — встроив в свой организм гены этого вируса в качестве провируса, помогающего улаживать какие-нибудь проблемы, связанные тоже с эмбриональным развитием, с беременностью. Что случилось четверть века назад, мы не знаем, всяких экологических пакостей в наше время стало очень много, но в каком-то из видов современных обезьян природная генная инженерия сделала ход назад, эндогенный, «свой» ретровирус вновь стал экзогенным, «чужим», вырвался на свободу и начал уничтожать род приматов, до этого, видимо, совершенно незнакомый с этой заразой — род человека разумного... Это, кстати, наглядная иллюстрация того, что может случиться с каким-нибудь достижением научной генной инженерии, если оно не будет как следует проверено и проконтролировано...

Другой ретровирусный ген отвечает за производство белка, помогающего вирусу проделать брешь в стенке клетки, для ее последующего завоевания и заражения. Возможно, именно этот ген и, соответственно, белок, когда они работают в организме,

например, беременной женщины, помогают быстро удалить, переработать, деспециализировать клетки плаценты, все сложные временные конструкции по питанию и хранению плода по окончании беременности.

Похоже, что одни и те же белки в одних случаях помогают быстрому росту эмбриона на самых первых стадиях его роста, а в других, как бы ошибаясь, вдруг вспоминают старую вредительскую вирусную выучку и включаются не ко времени и не там, где надо, в организме хозяина, прокладывая путь страшным метастазам рака. Возможно, раковые неспециализированные, недифференцированные клетки вообще напоминают этим генам неспециализированные клетки эмбриона, и иногда именно эти гены — это уже установлено во многих случаях — действительно деятельно участвуют если не в зарождении (это было бы не так уж и опасно), то в самом страшном — в неостановимом росте злокачественной опухоли. Так или иначе, «горизонтальный перенос» некоторых генов (у них еще есть название «мобильные гены») в мире живого — это реальность, природная генная инженерия — это факт, который, возможно, многое перекроит в наших представлениях об эволюции наших предков. Мы — кентавры эволюции, и осознав себя кентаврами, снова должны отчасти возвратиться к отброшенным было воззрениям натурфилософов о микрокосме человека, в котором помещена вся история живого мира. Кентавр эволюции действительно носит в себе все свои проблемы и всю свою историю...

По-новому заставляют взглянуть успехи генной инженерии и на место каждого существа в природе, на проблему охраны исчезающих животных и растений. Всеобщее единство живого оказывается гораздо более монолитным, чем мы думали еще недавно. Каждая ветка на древе жизни тысячью «горизонтальных» нитей связана с другими современными, казалось бы, давно ответвившимися братьями по эволюции. Никто из нас не может сказать, какие гены из чьего генетического кода понадобятся нам завтра. Проблема охраны братьев наших меньших превращается в проблему охраны генофонда нашей планеты в целом.

Человек во все большей степени освобождается от законов естественной эволюции. Во всяком случае, власть естественного отбора над видом гомо сапиенс сильно поколеблена и будет уменьшаться и дальше. Производить искусственный отбор в нашем виде нам не позволяют наши этические нормы: нельзя навязывать человечеству какие бы то ни было планы улучшения или сохранения человеческого рода, если эти планы требуют человеческих жертвоприношений.

Поэтому, мне кажется, любые, планы «улучшения» человеческой природы на основе отбора «лучших» экземпляров не будут приняты никогда.

С другой стороны, ни один вид в истории жизни на Земле не мог существовать сколько-нибудь долго без «генетического контроля», осуществляемого отбором. В ряде стран ученые с тревогой отмечают некоторое увеличение случаев наследственных заболеваний, генного брака в нарождающихся поколениях людей. Это месь со стороны природы существу, посягнувшему на основу основ дарвиновской эволюции — отбор. Отбор — это действенный редактор, убирающий ошибки, регулярно появляющиеся в генетической программе поколений. Это жестокий редактор, который вместе с незначительной ошибкой выбрасывает целое произведение — человека! Успехи медицины почти убрали этого редактора, но поставили вопрос: чем его заменить?

Да! Новым редактором, редактором щадящим, редактором вдумчивым могут стать методы хромосомной и генной инженерии. Начав с борьбы против наследственных генетических заболеваний, то есть с обороны, генная инженерия, примененная к человеку,

станет в этом случае основой его дальнейшего эволюционного прогресса. Человеческий род может стать здоровей, красивей, долговечней, гениальней, человечней — и все это без страшной платы, требуемой отбором.

Вот в чем, может быть, главное значение генного конструирования, осуществляемого в разных лабораториях мира, в том числе и в нашей стране, несмотря на все невзгоды нашего последнего десятилетия. Не только обещание новых способов лечения, не только перспектива революций в промышленной микробиологии и сельском хозяйстве, но и прояснение общей истории живого мира, нашей биологической истории, прогноз нашего будущего.

Правда, где-то на горизонте маячит поистине фантастическая перспектива искусственного синтеза новых генов с заранее заданными свойствами, не существующими в природе. Как такой поворот событий отразится на нашем мировоззрении, а значит, и на повседневной жизни, сейчас трудно себе представить. Но ведь и в природе время от времени в результате мутаций появляются новые гены, до того не существовавшие. Так что, можно надеяться, и этот будущий фантастический этап в развитии науки не противопоставит человека Природе, а наоборот, сблизит нас с ней, как никогда, сорвав последние завесы с самой главной тайны жизни.

...Вот так, шестью вступлениями можно начать рассказ о новом этапе в развитии учения об эволюции. Кульминация и самые эффектные достижения этой науки — впереди. Впереди и книга об искусственной эволюции.

СЛОВАРИК УЧЕНЫХ

Аристотель (384-322 гг. до н.э.). Великий греческий мыслитель, родоначальник общей, или сравнительной, биологии. В течение двух тысяч лет непрекаемый авторитет для поколений философов и натуралистов. Собственно, нынешнюю историю биологии иногда начинают с XV века, когда труды Аристотеля были переведены с древнегреческого на латынь — язык тогдашней науки.

Аристотель дал первую научную классификацию животных. Первый поднял вопрос об эпигенезе и преформации, то есть о том, действительно ли при зарождении животного образуется что-то новое или же есть только разворачивание уже заранее готовых зачатков всех органов и частей тела — и высказался твердо за эпигенез. Аристотель изучал зародыши самых разных животных, исследовал развитие цыпленка в яйце и пришел к выводу, что зародышевое развитие идет как цепь действий в механической игрушке (зарождение и развитие одного органа служит сигналом для зарождения следующего). С другой стороны, Аристотель верил в существование души и говорил о том, что при развитии зародыша в него вселяются по очереди разные души. По форме это странно и несовременно, но по сути перед нами гениальная догадка о том, что в ходе развития зародыш проходит как бы через разные классы животных, развиваясь от простого к сложному.

Почему Аристотель достиг столь поразительных результатов? Дело тут не только в гениальности и трудолюбии ученого. Есть сведения, что Александр Македонский, наставником которого был Аристотель, распорядился выдать ученому 800 талантов (больше 20 тонн!) серебра — средства на научные исследования. Таких капиталовложений наука не знала до XX века. К Аристотелю везли под специальным конвоем множество всевозможных растений, животных, их зародышей со всех концов известного тогда мира...

Берг, Лев Семенович (1876-1950). Российский ученый, географ, биолог. Противник дарвинизма, считал, что естественного отбора недостаточно для образования новых видов организмов. Вместо естественного отбора наиболее приспособленных предлагал понятие номогенеза — то есть создания видов на основе одной только изменчивости, которая не случайна (как у Дарвина), а закономерна (эти закономерности на нынешнем уровне познания, по мнению Берга, еще не открыты). На существование этих скрытых пока закономерностей указывают гомологические ряды изменчивости, открытые Н.И. Вавиловым. Эволюция, по мнению Л. С. Берга, была полифилетичной — то есть одни и те же комплексы видовых, родовых и т. д. признаков могли зародиться одновременно и независимо в давно разошедшихся линиях развития.

Бэр, Карл Максимович (1792-1876). Российский естествоиспытатель, основатель эмбриологии как науки. Установил, что зародыши высших животных сходны не со взрослыми низшими, а с их зародышами. При этом нет настоящего повторения эволюции предков, а только последовательно сменяют друг друга признаки типа, класса, отряда, семейства, рода, вида. Бэр окончательно разбил учение о нахождении в яйце готового, сформированного зародыша, то есть преформизм.

Вавилов, Николай Иванович (1887-1943). Российский ботаник, организатор российской сельскохозяйственной науки, генетик, географ. Открыл закон гомологических рядов, то есть изменчивость закономерную, повторяющуюся в разных родах, например злаков. Вавилов считал, что его открытие не опровергает, а дополняет учение Дарвина. Его считал главным своим врагом вождь «мичуринцев» Т.Д. Лысенко, захвативший власть в российской биологии на целых двадцать лет, он и добился ареста и гибели Н.И. Вавилова в сталинской тюрьме.

Вейсман, Август (1834-1914). Германский зоолог, дарвинист, доказал ненаследуемость приобретенных организмом за жизнь повреждений. Был сторонником идеи специальных носителей наследственности, их он видел в находящихся в клеточном ядре хромосомах.

Вольф, Каспар Фридрих (1734-1794). Германский и российский естествоиспытатель, изучал зародышей в куриных яйцах, уродов в Петербургской Кунсткамере. Нанес серьезный удар теории

преформации, обосновав учение эпигенеза — индивидуального развития как образования нового.

Галлер, Альбрехт (1708-1777). Швейцарский и германский естествоиспытатель и поэт. В науке особенно прославился анатомическими и эмбриологическими изысканиями, которые, правда, привели его к ошибочному мнению, будто цыпленок в яйце не развивается заново, а только развертывается, что он там есть с самого начала, то есть к теории преформизма.

Гарвей, Уильям (1578-1657). Английский врач, открыл кровообращение. Еще один пример высокой эффективности крупных капиталовложений в науку. Расточительный король Англии Яков I много тратил и на эмбриологические исследования Гарвея. Крупнейший после Аристотеля эмбриолог. Возродил учение греческого философа об эпигенезе, то есть зарождении как новообразовании.

Геккель, Эрнст Генрих (1834-1919). Зоолог, пропагандист дарвинизма в Германии. Придавал большое значение «биогенетическому закону»: в индивидуальном развитии зародыш повторяет эволюцию предков.

Гексли, Томас Генри (1825-1895). Английский врач, зоолог, друг и пропагандист идей Дарвина.

Гете, Иоганн Вольфганг (1749-1832). Этот великий немецкий поэт был и замечательным натуралистом — одним из тех, кто подготовил приход эволюционного мировоззрения. Гете открыл межчелюстную кость у человека, чем окончательно доказал наше родство со всем животным миром (до того отсутствие этой кости считалось принципиально важным отличием человека даже от похожей на него обезьяны). Гете поднимал вопрос о происхождении и превращениях (метаморфозе) животных и растений.

Дарвин, Чарльз Роберт (1809-1882). Великий английский ученый — геолог, биолог. Его эволюционное учение оказало революционное влияние не только на биологию, но и на науку вообще, на мировоззрение эпохи. Основа эволюционной теории Дарвина — понятие естественного отбора как движущей силы эволюционного процесса.

Дарвин, Эразм (1731-1802). Дед Ч. Дарвина. Английский натуралист, врач, поэт. В поэме «Храм природы» выразил некоторые эволюционные догадки.

Карпеченко, Георгий Дмитриевич (1899-1942). Замечательный русский генетик и селекционер. В 1924 году создал новый род растений — капустно-редечный гибрид. Это была первая сознательная попытка создания новых организмов с помощью генетических методов. Ученому удалось сложить хромосомные наборы исходных растений (полиплоидия) и получить абсолютно жизнеспособное новое растение. Г.Д. Карпеченко считают родоначальником генетической инженерии, в отличие от нынешней геномной инженерии, которая стремится к созданию новых генов и свойств организмов путем переноса отдельных генов и встраивания их в хромосомы. И генетическая и геномная инженерия наверняка существуют и действуют в естественных условиях. Возможно, прямым сложением и переносом геномного материала можно будет объяснить многие до сих пор не проясненные загадки на долгом пути эволюции наших предков. Как и Н.И. Вавилов, Г.Д. Карпеченко отстаивал подлинную науку от авантюристов, захвативших «командные высоты» в биологии. Как и он, был репрессирован и погиб, не поступившись убеждениями.

Ковалевский, Александр Онуфриевич (1840-1901). Русский зоолог, эмбриолог, исследователь беспозвоночных и низших животных. Исследовал ранние стадии развития ланцетника, асцидий, баяногlossa, важнейших претендентов на близость к предку всех позвоночных.

Ковалевский, Владимир Онуфриевич (1843-1883). Русский палеонтолог, в юности был корреспондентом «Санкт-Петербургских ведомостей» в отряде Гарибальди. Исследовал ископаемых позвоночных. Его самый знаменитый труд — работа о происхождении лошади из крошечного, с лисицу, лесного зверька.

Коп, Эдуард Дринкер (1840-1897). Американский зоолог, палеонтолог, изучал ископаемых позвоночных. Противник учения Дарвина. По его мнению, эволюция совершалась не только и не столько с помощью изменчивости и естественного отбора, но и по другим законам, еще не познанным.

Кювье, Жорж (1769-1832). Французский палеонтолог, биолог. Открыл принцип корреляции, или соподчинения органов, позволивший ему по одной или нескольким разрозненным костям восстанавливать весь облик вымерших животных. Кювье не верил в эволюцию.

Он выдвинул теорию катастроф, объяснявшую вымирание ископаемых животных и растений, на место которых приходили другие, но не вновь созданные, а существовавшие и раньше, но только в других местах.

Ламарк, Жан Батист (1744-1829). Создатель первой эволюционной теории. Разделил мир животных на типы позвоночных и беспозвоночных. Автор термина «биология». Ламарк не додумался до естественного отбора, как движущей силы эволюции, поэтому основное значение в его теории придается «упражнению органов», прямым связям между потребностями организмов и их изменениями, которые наследуются.

Лейбниц, Готтфри Вильгельм (1646-1716). Германский философ и математик, верил в преформизм, в шкатулочную теорию наследственности, по которой весь ряд потомков любого живого существа предсуществует в нем заранее.

Линней, Карл (1707-1778). Шведский естествоиспытатель, установивший систему всего известного тогда живого мира. Не был эволюционистом, но его система неминуемо ставила вопросы о степени родства в живом мире и о происхождении этого родства. Самое щекотливое по тем временам место в «Системе природы» Линнея, мостик между животными и человеком, выглядело так:

Класс I. Четвероногие животные. Порядок I. Человекоподобные.

1. Человек. Познай самого себя!

2. Обезьяна.

Лукреций (Тит Лукреций Кар) (99(95)-55(51) г. до н.э.). Автор знаменитой поэмы «О природе вещей», содержащей много замечательных догадок о законах природы, накопленных эпикурейской школой античной философии — об атомном строении веществ, о сохранении материи и движения. Лукреций верил в познаваемость мира, все пытался рационально объяснить (порой, конечно, наивно).

Мальпиги, Марчелло (1628-1694). Итальянский биолог, врач, микроскопист, описал клетки растений. Ему казалось, что он видит готовый крошечный организм внутри свежего яйца, то есть он был преформистом.

Мейен, Сергей Викторович (1933-1987). Выдающийся палеоботаник, эволюционист и биолог. Вместе с А.А. Любищевым и Н.В. Тимофеевым-Ресовским возобновил в 60-70-х годах дискуссию о принципах эволюции. Многие положения и идеи этой книги автору подсказаны многолетней дружбой и сотрудничеством с С.В. Мейеном.

Мендель, Грегор Иоганн (1822-1884). Основоположник менделизма — учения о наследственности. Проводя опыты на горохе, Мендель заметил, что некоторые признаки при скрещивании разных сортов гороха не смешиваются и не исчезают, а раздельно, дискретно вновь и вновь повторяются в последующих поколениях, причем не случайно, а по определенному статистическому закону. Мендель понимал значение своего открытия: оно говорило о существовании специальных единиц — носителей наследственности (их потом назвали генами). Но современники не поняли. Дарвин умер, так и не узнав, что уже сделано открытие, выводящее его учение из логического противоречия, известного под названием «кошмар Дженкина»: любые приобретенные с помощью естественного отбора новые признаки по представлениям того времени должны были растворяться, теряться при скрещивании в череде поколений. Менделизм, в котором многие видели сначала «подкоп» под дарвинизм, на самом деле его обновил и подтвердил. Приобретенные в ходе эволюции новые наследственные зачатки не пропадают зря — даже в скрытом, не проявленном в виде признака состоянии они готовы дожидаться своего часа, чтобы сыграть свою роль в эволюции наших предков.

Нидхем, Джон Тарбервилл (1713-1781). Английский естествоиспытатель, сторонник теории самозарождения организмов.

Окен, Лоренц (1779-1851). «Первый, принявший в Германии идею развития». Это слова Ф. Энгельса, и они лишь немного не соответствуют действительности (раньше Окена в Германии и России идею развития приняли К.Ф. Вольф, И.В. Гете и многие другие). Биолог. В его трудах немало верных догадок о клеточном строении всех живых существ, о связи индивидуального и эволюционного развития. Был одним из виднейших представителей натурфилософской школы в науке, учившей, что логикой и разумом можно постигнуть природу лучше, чем опытом и наблюдением.

Оуэн, Ричард (1804-1892). Английский зоолог и палеонтолог. Назван при жизни «английским Кювье» — за многочисленность и важность трудов.

Пастер, Луи (1822-1895). Французский биолог, основоположник микробиологии. Открыл биологическую природу брожения, доказал, что с помощью брожения ряд организмов обходится без свободного кислорода. Окончательно доказал невозможность самозарождения.

Писарев, Дмитрий Иванович (1840-1868). Критик, философ. Страстный пропагандист естественнонаучного знания, провозглашал приход новых людей — «мыслящих реалистов». Верил в возможность самозарождения организмов, выступал против Пастера в его споре с Пуше.

Пуше, Феликс Архимед (1800-1872). Французский медик, ботаник, зоолог. Главный противник Пастера в споре о самозарождении.

Реди, Франческо (1626-1697). Итальянский зоолог, исследователь насекомых. Доказал, что черви в мясе не заводятся, пока туда не отложит яйца муха.

Северцов, Алексей Николаевич (1866-1936). Российский биолог, автор учения о модусах (типах) связей индивидуального и эволюционного развития. Эволюция, по его мнению, совершается через изменения хода онтогенеза. Это представление гораздо глубже и вернее «биогенетического закона».

Спалланцани, Ладзаро (1729-1799). Итальянский натуралист, исследовал размножение, регенерацию, кровообращение у животных. Доказал отсутствие самозарождения в прокипяченных настоях.

Фабриций, Джироламо (1533-1619). Итальянский анатом, хирург, эмбриолог, учитель Гарвея.

Шмальгаузен, Иван Иванович (1884-1963). Российский биолог, ученик А.Н. Северцова. Развил теорию учителя о модусах, типах связей индивидуального и эволюционного развития. Обращал особое внимание на то, что все в растущем организме связано со всем связями различного порядка, начиная от биохимической взаимозависимости генов в хромосомах и кончая прямыми и косвенными связями между развивающимися органами. Разработал учение о стабилизирующем отборе, направленном не на эволюционное изменение организмов, а на их эволюционную устойчивость.

РАЗВЕДАННЫЕ ТРОПЫ, НЕРЕШЕННЫЕ ЗАГАДКИ

Каждый человек, выбравший себе профессию еще на школьной скамье, может назвать книжки, которые когда-то возбудили или поддержали в нем интерес к облюбованному делу. Чарльз Дарвин в автобиографии вспоминает, как в школьные годы он зачитывался книгой «Чудеса мироздания» и обсуждал с товарищами достоверность сведений, о которых рассказывалось в книге. Один из самых крупных наших палеонтологов академик Ю.А. Орлов еще в детстве прочел книгу Гетчинсона «Вымершие чудовища», а вскоре увидел места раскопок древних ящеров на Малой Северной Двине. Это, в конце концов, и определило его судьбу. Наверное, для автора популярной книжки помочь определиться в жизни неведомому ученику — высшая награда.

Читая книжку А. А. Гангнуса, я мысленно возвращался в сороковые годы, когда мальчишкой-третьеклассником ездил на трамвае № 47 в далекое тогда Коломенское, где из черных глин на берегу Москвы-реки выковыривал перламутровые раковины юрских аммонитов. Больше всего поражало то, что когда-то в Подмоскovie было настоящее море и что плавали в нем неведомые моллюски с изящными спиральными раковинами, что лет им много миллионов. Потом в школьном кружке при Палеонтологическом музее наш руководитель Б. А. Трофимов давал нам ровно столько свободы, чтобы не превратить увлечение в нудную повинность, а ограничивал свободу только с тем, чтобы мы не растащили музейные экспонаты по своим домашним коллекциям. На наши собрания заходил Ю.А. Орлов — его именем теперь назван музей, — по очереди пожимал всем руку, что-то спрашивал, советовал, шутил и уходил, чтобы не мешать (хотя мы собирались в его кабинете). К нам вполне серьезно относились сотрудники музея и Палеонтологического института Р. Ф. Геккер, К. К. Флеров, А. И. Осипова, Е. А. Иванова, Я. М. Эглон и многие другие. Не будь этих людей, не будь бесед с ними, тех книг, которые они подсовывали, собирание ископаемых раковин могло превратиться в некое экстравагантное хобби, полусмысленное, служащее, что бы мне ни говорили завзятые коллекционеры, просто самоцелью. Благодаря живому общению и чтению вместо хобби пришла удивительная профессия, о которой мне ни разу не пришлось жалеть. Я не буду обсуждать вопрос, что было важнее — общение с людьми или чтение книг, но, видно, недаром я всегда помню не только своих первых наставников, но и мои первые книги — «Вымершие животные» Ланкастера и альбом «Развитие жизни на Земле» Р. Ф. Геккера.

Пока книжка не разошлась по свету, пока не попала в число прочитанных, трудно предрекать ее судьбу. Все же, мне кажется, книжке А. А. Гангнуса не суждено попасть в число тех, которые попусту занимают место на книжных полках. Я думаю, что даже ученые-биологи прочтут ее не только с удовольствием, но и с пользой. Профессиональная работа современного биолога неизбежно сужает поле его зрения, становится трудно уследить за всеми проблемами биологии. Скажем, многие ли из биологов помнят о том, что в изверженном материале вулкана Тятя найдены ювенильные биохимические соединения, у какого из звероящеров делятся поровну признаки млекопитающих и рептилий и что в лаборатории академика Д. К. Беляева отбор лисиц вели по признаку добродушного характера, получив изменения во многих других признаках. А ведь для понимания законов эволюции совсем не вредно помнить об этих и многих других приводимых в книге фактах.

Конечно, «не фактом единым» жива наука. Знание голых фактов не делает человека ученым, а перечень фактов — еще не научная дисциплина. Нужны еще гипотезы, теории, законы, связывающие факты, придающие им научный смысл, позволяющие предсказать и затем получать новые факты. Среди палеонтологов, как и вообще среди биологов, можно найти людей, поддерживающих разные эволюционные теории. И это различие во взглядах нельзя объяснить тем, что одни лучше знают фактический материал и поэтому придерживаются истинной теории, а другие — и специалисты поплоше и потому теории поддерживают сомнительные. Знаменитый палеонтолог К. Циттель, автор и редактор одной из первых сводок по всем группам ископаемых организмов, не поддерживал дарвинизм в том виде, в каком он был в конце прошлого века. Но едва ли кто-нибудь из дарвинистов рискнет сказать, что Циттель сильно уступал в знании палеонтологии своему современнику В. О. Ковалевскому, известному последователю Дарвина, одному из основателей эволюционной палеонтологии (кстати, А. О. Ковалевский, которому в книге А. А. Гангнуса посвящено несколько разделов, — брат В. О. Ковалевского).

К сожалению, в науке часто бывает так, что одни и те же факты приводят к разным выводам, к полярно противоположным теоретическим взглядам. И часто это объясняется не количеством или подбором фактов, а недостаточным развитием самой теории. Не все выводы достаточно хорошо продуманы, не все концы увязаны друг с другом, не все следствия извлечены. В том, что в области теории эволюции предстоит еще немало поработать, не сомневается ни один компетентный специалист. Не сомневается в этом и автор книги. Снова и снова возвращается он к еще нерешенным загадкам, показывая и их привлекательность, и их сложность, но не безнадежность их решения. Может быть, прочитав книжку А. А. Гангнуса, многие читатели, и не обязательно юные, лишней раз вспомнят о еще не сделанном и не решенном. Но при этом

важно, чтобы читатели, особенно те, которые склонны к скепсису, не сделали и противоположного вывода. Я так и вижу лицо юного скептика, который, поджав губы, презрительно пожмет плечами и скажет: «Я думал, что этим палеонтологам что-то известно, а на самом деле ничего у них нет, одни гипотезы».

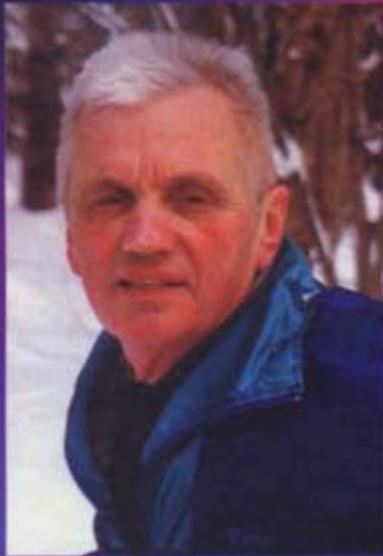
Он будет не прав, этот юный скептик. За двухвековую историю палеонтологии собрано так много документов о развитии жизни на Земле, что некоторые очень важные черты прошедшей эволюции установлены не менее надежно, чем последовательность правления египетских фараонов. Количество описанных родов вымерших животных и растений исчисляется десятками тысяч, а видов — сотнями тысяч. Мы знаем основные династии живого мира, господствовавшие в разные периоды, мы имеем неплохое представление о различии живого населения разных континентов и морей в разные геологические эпохи. Хотя, конечно, многое остается тайной. Все же геологическая летопись не так полна, как хотелось бы. «Неполнота геологической летописи», о которой упоминает А. А. Гангнус, нередко служила поводом и для грустных размышлений, и для ехидных намеков в адрес палеонтологии. Ч. Дарвин пессимистически сравнивал эту летопись с разрозненной книгой, от которой сохранились лишь случайные слова. Один видный немецкий ботаник считал, что при такой неполноте летописи на палеоботанические данные лучше просто не обращать внимания — они-де только сбивают людей с толку. Это, конечно, уже крайность, и несправедливость таких упреков, будь то в адрес палеоботаники или вообще палеонтологии, хорошо показана в книге А. А. Гангнуса, особенно в главах, посвященных эволюции позвоночных. Наблюдательность, хорошее знание биологии нередко позволяют палеонтологам восстанавливать утраченные мягкие части животных по скелету с такой же уверенностью, с какой наш замечательный антрополог М. Герасимов восстанавливал лицо по черепу. По отверстиям в черепе палеонтологи могут судить, был ли у животного мягкий и теплый нос, по специальной сумчатой кости — была ли сумка. Мой товарищ по палеонтологическому кружку В. Суханов сумел очень убедительно показать, какими походками обладали древние животные. Правда, для этого ему пришлось отпрепарировать несметное число ныне живущих четвероногих.

И опять я вижу лицо юного скептика, говорящего: «А кто это может доказать? Ведь никогда мы не найдем териодонта с еще мягким и теплым носом, и никогда он не пройдет перед нами, чтобы подтвердить гипотезу о его походке!» Приходится признаваться в известной справедливости этих замечаний. Мы и в самом деле не можем подтвердить прямыми наблюдениями многие наши гипотезы. Все же не будем забывать, что градусник прямо в Солнце тоже никто не будет заталкивать, но едва ли тот же скептик сомневается в надежности данных о солнечной температуре. Невозможность прямого наблюдения не обязательно лишает гипотезу научной надежности. Ведь каждая обоснованная гипотеза органично входит в общие научные представления, косвенно подтверждается ими и косвенно же подтверждает их. Важно только, чтобы гипотеза не была изолированной, а была вплетена в общую ткань фактов, законов, принципов, а также других гипотез. И это тоже хорошо показано в книге А. А. Гангнуса. Гипотеза о теплом, подвижном носе триасовых рептилий хорошо укладывается во множество других фактов — анатомических, морфологических, палеоклиматических, стратиграфических. И пока в этой совокупности гипотетических, но очень правдоподобных представлений не найдено существенного изъяна, у нас нет оснований презрительно к ним относиться. То же можно сказать и о многих других предположениях, о которых рассказывает своим читателям А. А. Гангнус.

Вернусь теперь к тому, с чего я начинал, к тому времени, когда я вечером бегал вместе с товарищами в палеонтологический кружок. Благодаря нашим старшим наставникам мы постигали не только латинские названия ископаемых раковин, костей и листьев, но и те общие закономерности в эволюции жизни на Земле, которые выявляет палеонтология. И все же жаль, что тогда у нас не было под рукой такой книжки, какую написал А. А. Гангнус. Как помогла бы она нам тогда и в выборе книг для чтения, и во внимании к далеким от палеонтологии (на непросвещенный мальчишеский взгляд) наукам! В школе я терпеть не мог химию, особенно органическую, и невдомек мне было, что разница между мочевиной и мочевой кислотой, возможно, сыграла немалую роль в эволюции рептилий. И знание этой разницы, может быть, дало бы мне больше, чем знание латинских названий всех костей на крышке парейазаврового черепа.

Только много позже я понял, что современная наука не состоит из независимых дисциплин, что каждая из ее ветвей самостоятельна не больше, чем части живого организма. И если человека по-настоящему заинтересует хотя бы самая малая часть науки, он рано или поздно будет интересоваться всем. А если нет, значит, его интерес неглубокий, несерьезный. Книга А. А. Гангнуса дает немало материала для подобных размышлений. Ведь недаром на ее страницах сошлись баяноглосс, конструкции самолетов, работа рибосом и передний край молекулярной биологии — геновая инженерия.

С. В. Мейен, палеонтолог, доктор геолого-минералогических наук



Александр Ганнус — писатель, ученый и журналист, автор многих популярных книг в разных областях науки, неоднократный лауреат конкурсов общества «Знание».

Эта книга — рассказ о занимательном путешествии первой живой клетки, длившемся 4 миллиарда лет. И кентавр в заголовке — не просто образ. Наш организм действительно несет в себе множество свойств других живых существ, объединившихся, чтобы собрать нас по кирпичику.

«Путь кентавра» — первая книга в новой серии.

Geleos
Издательство

ISBN 5-8189-0110-6



9 785818 901107 >