

Николай Кукушкин

Хлопок одной ладонью

Как
неживая
природа
породила
человеческий
разум



С Е Р И Я
PRIMUS


Книжные проекты
Дмитрия Зимина


ЭВОЛЮЦИЯ

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Николай Кукушкин

Хлопок одной ладонью

Серия «Primus»

Текст предоставлен правообладателем

http://www.litres.ru/pages/biblio_book/?art=55681877

*Хлопок одной ладонью. Как неживая природа породила человеческий разум: Альпина нон-фикшн; Москва; 2020
ISBN 978-5-0013-9315-3*

Аннотация

Жизнь на Земле – непостижимая, вездесущая, кишущая миллионами ног, сучков, колючек и зубов вакханалия, в которой мы существуем и из которой мы происходим. Три с половиной миллиарда лет она обходилась без нас, и вот, в последние мгновения истории, из этого хитросплетения животных, растений, грибов и микробов выныривает человек и задается вопросом: кто я такой и в чем смысл моей, человеческой, жизни? В своей дебютной книге эволюционный нейробиолог Николай Кукушкин шаг за шагом воссоздает картину мира от неживой материи до человеческого разума, чтобы найти в прошлом своего вида ответы на вечные вопросы.

Оказывается, в человеческом страдании виноваты динозавры, легкие существуют благодаря лишайникам, а главным событием в жизни наших предков за последний эон было превращение в червей. «Хлопок одной ладонью» – это история человека

и его внутреннего мира, вмещающая в себя весь путь от неорганических молекул до возникновения языка и рассказанная так, будто это рыцарский роман или мифический эпос.

Содержание

Предисловие	8
Часть I	16
1. В начале были буквы	16
2. Хорошая идея	76
Конец ознакомительного фрагмента.	87

Николай Кукушкин

Хлопок одной ладонью. Как неживая природа породила человеческий разум

Научный редактор *Сергей Ястребов*

Редактор *Валентина Бологова*

Иллюстрации *Николая Кукушкина*

Художественное оформление и макет *Андрея Бондаренко*

Издатель *П. Подкосов*

Руководитель проекта *А. Шувалова*

Корректоры *И. Астапкина, О. Петрова*

Компьютерная верстка *А. Фоминов*

Оформление обложки и макет *А. Бондаренко*

© Кукушкин Н., 2020

© Кукушкин Н., иллюстрации, 2020

© Бондаренко А., художественное оформление, макет,
2020

© ООО «Альпина нон-фикшн», 2020

*Все права защищены. Данная электронная книга предназна-
чена исключительно для частного использования в лич-*

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

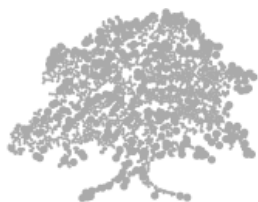
Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммерческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.



С Е Р И Я
PRIMUS



Серию PRIMUS составят дебютные просветительские книги ученых и научных журналистов. Серия появилась благодаря совместной инициативе «Книжных проектов Дмитрия Зимина» и фонда «Эволюция» и издается при их поддержке. Это межиздательский проект: книги серии будут выходить в разных издательствах, но в едином оформлении. На данный момент в проекте участвуют два издательства, наиболее активно выпускающих научно-популярную литературу: CORPUS и АЛЬПИНА НОН-ФИКШН.



Книжные проекты
Дмитрия Зимина



ЭВОЛЮЦИЯ

Предисловие

*Но в нас горит еще желанье,
К нему уходят поезда,
И мчится бабочка сознания
Из ниоткуда в никуда.*

Виктор Пелевин. Чапаев и Пустота

«Две ладони сходятся в хлопке – и возникает звук. Каков звук одной ладони?»

В дзен-буддизме есть специальный тип мысленного упражнения – коан. Иногда дзен-коаны описывают как загадки без разгадки, но это не совсем точно. В действительности цель коана не разрешить задачу, а скорее прочувствовать ощущение неразрешенности, вызвать в практикующем «состояние вопрошания». Но на самом деле это не означает, что у коанов вообще не может быть «разгадок». Просто в коане важна не разгадка, а сам процесс разгадывания.

Впервые я услышал коан про хлопок в институте, на биолого-почвенном факультете СПбГУ, от однокурсников-интеллектуалов. Все мы тогда увлекались, так сказать, поп-буддизмом – Борхесом, Пелевиным, Гребенщиковым – и в перерывах между лекциями про древние растения и зоологию беспозвоночных разгадывали дзен-коаны, резко схлопывая одну ладонь. О, остроумие первокурсника!

С годами я стал видеть у этого коана другую разгадку. В хлопке сходятся две руки, и звук – то, что происходит в результате их соединения. Это метафора восприятия, взаимодействия между миром и разумом. Все, что я слышу, вижу и ощущаю, – это звук хлопка, рождающийся на границе между мной и окружающей меня реальностью, между двумя ладонями, между субъектом и объектом.

Мир всегда, с первой секунды нашей жизни, поделен на две части, одна из которых направлена внутрь, а другая – наружу. Я и все остальное. Мы и они. Свои и чужие. Человек и животные. Исследователь и образец. Любое такое рассечение мира пополам – это хлопок двумя руками. Наша жизнь – это звук, рождающийся на границе между мной и не-мной.

Но что, если субъект – это часть объекта? Что, если я – это часть всего остального, а исследователь – часть образца, на который он смотрит? Что, если две руки – это иллюзия? Как звучит хлопок, если рука всего одна?

Я начинал свой путь в биологии с молекул и клеток (моя кандидатская, например, про гликопротеины – белки с углеводными метками), но каким-то образом оказался среди всего неохватного и бесконечного. Сейчас я изучаю, как из молекулярных сигналов возникает в мозге память и как так сложилось за миллионы лет эволюции. Тут волей-неволей приходится думать в терминах, сильно напоминающих коаны. Если я замеряю память через молекулы, то где граница между памятью и движением этих молекул? Как понять,

где механизм мышления, а где само мышление? А если это непонятно, то где граница между телом и сознанием, между моим мозгом и мной? Как понять, когда я думаю «наружу», а когда «внутри», и что, если разницы нет вообще? Каков, короче говоря, звук одной ладони?

Книга о себе

Эта книга – об истоках всего, что делает нас людьми.

Что такое человек? Зависит от того, у кого спрашивать. Биолог, психолог, философ, историк, художник – все они ответят на этот вопрос по-разному. Одни будут искать ответ на вопрос внутри себя, другие – в окружающем мире, третьи – в глубинах прошлого. Каждая область мысли, научная или нет, преломляет человеческую жизнь призмой собственных понятий и категорий. Это хлопки двумя ладонями: ладонь человеческой жизни сходится с ладонью научного метода, или с ладонью чувственного восприятия, или с ладонью исторической перспективы – и возникает звук.

И все же биологов, психологов, философов, историков и художников объединяет то, что все они люди. Все они слышат звук, когда их собственные ладони – ладони человека как субъекта – ложатся на ладонь человека как объекта, человека в целом, человека в принципе. Но на самом деле эти две ладони едины. Человек есть человек, независимо от того, субъект он или объект.

Задача этой книги – взглянуть на человека одновременно изнутри и со стороны, с позиций прошлого и с позиций настоящего, с точки зрения биолога и с точки зрения философа, с точки зрения вида *Homo sapiens* и с точки зрения других видов: бактерий, растений, медуз, птиц. Эта книга – обо всем не-человеческом, что предвосхитило и определило все человеческое: от зарождения жизни до полового размножения, от происхождения животных до социальных инстинктов, от нейронных сетей до абстрактного мышления. Книгу можно считать научно-популярной с той точки зрения, что я буду использовать научные знания и надеяться, что книга будет популярной. Но это книга не про науку, а про природу. Не про людей, изучающих жизнь, а про жизнь, порождающую человека. *Вместо истории жизни от лица людей, это история людей от лица жизни.*

Эта книга – летопись человека и его ума. Повесть о том, как из ниоткуда и из ничего возник кто-то, кто сумел оглянуться назад.

Жизнь как чудо

Как ни крути, то, что мы есть, – это чудо. Даже три чуда.

Чудо первое: жизнь. Вокруг нас несметные количества живых существ, больших и маленьких, видимых и невидимых, и мы – одни из них. Даже самое примитивное растение или животное по своей сложности превосходит все, что ко-

гда-либо умел делать своими руками человек. Их количество и разнообразие просто невозможно охватить человеческим умом. Жизнь на Земле – непостижимая, вездесущая, кишачная миллионами ног, сучков, колючек и зубов вакханалия, в которой мы существуем и из которой мы исходим.

Этому чуду посвящена первая часть книги: «Откуда взялись все». Все живые то есть. Человека многое делает человеком, но тот факт, что он – живой организм, пожалуй, все-таки главный. В этой части книги людей почти не будет, зато будет этот товарищ, *живой организм*, и его история как череда событий древнего мира. Мы рассмотрим происхождение и эволюцию жизни на Земле, а также становление исторической траектории, которую миллиарды лет спустя увенчает человеческий вид. Самая ранняя история жизни задала тон всем дальнейшим событиям, произошедшим на планете. Мы увидим, что многие свойства человека – от беспрецедентной сложности его мозга до гендерных ролей – берут свои истоки за миллиарды лет до появления даже самых примитивных животных.

Чудо второе: человеческий вид. Мы можем делать вещи, которые не может делать никто. Человек как вид явно выделяется на фоне всего остального, что он видит вокруг. Мы охотимся с копьями, разводим огонь и заготавливаем еду на зиму. Мы летаем в космос, строим города и подводные лодки. Я много ворчу на тему антропоцентризма, то есть убеждения, что человек – пуп земли. Но нашему виду *Ното*

sapiens все-таки стоит отдать должное. Человек — это действительно чудо. Ему как виду среди других видов посвящена вторая часть книги: «Откуда взялись мы».

Эта часть книги больше всего напоминает летопись. Она разделена на четыре главы, соответствующие четырем эрам: «докембрийской», палеозойской, мезозойской и кайнозойской. Речь в них пойдет о возникновении человека как вида. Принято считать, что момент происхождения человека от обезьяны сделал его «особенным», а до того в системе природы человек ничем не выделялся. Я постараюсь убедить читателя, что история человеческой исключительности начинается гораздо раньше. Для этого мне придется рассказать о множестве других видов, без которых разговор об исключительности потерял бы всякий смысл. Мы познакомимся с динозаврами, насекомыми, губками, даже с водорослями и грибами. Только в такой перспективе станет понятна исключительная судьба нашего вида и его предков.

Наконец, *чудо третье*: человеческое сознание. Среди всех людей у каждого из нас есть один избранный, исключительный человек, который принципиально из них выделяется. Он называется «я». Он смотрит на других людей из своих глаз и разговаривает внутренним голосом. Его мысли, желания и эмоции доступны нам напрямую, а не через восприятие слов или выражений лиц. Мы можем управлять своим телом усилием воли.

Третья часть книги посвящена этому «чуду точки зре-

ния», первому лицу, сознанию, расщепляющему мир на себя и не-себя. В ней пойдет речь про мозг, в хитросплетениях которого спрятан наш внутренний мир. Мы поговорим о том, что в принципе представляет собой мозг и в чем состоит его эволюционная задача. Мы увидим, что мозг имеет особый статус в нашем организме, предоставляя нам частичную независимость от собственных генов. Наше сознание – следствие такой частичной свободы. С одной стороны, это дает нам право на личность, но с другой стороны, вечно отравляет нам жизнь. В этой части книги мы углубимся в детали собственной памяти, восприятия, мотивации, языка и постараемся соединить взгляд на человека со стороны со взглядом изнутри. Мозг – это история внутри истории, жизнь внутри жизни, чудо внутри чуда, и из всех трех «чудес» этой книги в нем на сегодняшний день остается больше всего загадок.

Что такое чудо? Можно сказать, что это нечто реальное, но при этом необъяснимое. Принято считать, что если чудо объяснить – то оно перестает быть чудом. Но, с другой стороны, как показывает история, человек только и делает, что находит объяснения чудесам. Мы не любим неразрешенных вопросов и так или иначе объясняем существование себя и окружающего мира. Откуда берутся молния и гром? Наверное, там наверху сидит мужик со специальным молотком, которого невозможно увидеть. Куда уходят мертвые? Видимо, под землю, к другому мужику. (Мы вообще любим везде мужиков добавлять.)

Мне кажется, что чудесность чуда заключается именно в его объяснении. Чем грандиознее объяснение – тем чудеснее чудо. И вот по такой шкале чудесности ничто не сопоставимо с картиной мира, выстроенной современным научным знанием. Легенды и мифы Древней Греции – это детские сказки по сравнению с историей эволюции фотосинтеза. Мужики понятнее, чем молекулы, но я постараюсь убедить дорогого читателя, что молекулы гораздо грандиознее. Можно даже сказать, эпичнее.

Эта книга – попытка объяснить чудо. Без объяснения чудо – просто неизвестность.

ЛАДОНЬ



ЗАМАХ



ХЛОПОК



прос на экзамене по физике: что такое энергия? Студент мучается, пыхтит, в конце концов говорит: «Простите, профессор, знал, но забыл!» Профессор встает и торжественно объявляет аудитории: «Друзья, трагедия! Один человек в мире знал, что такое энергия, но и тот забыл!»

При попытке определить, что такое энергия, обычно приземленный и конкретный язык физической науки виляет из стороны в сторону и обрастает почти эзотерическими интонациями. Это мера причинно-следственной связи. Разменная валюта Вселенной, описывающая, что во что может превращаться, что куда может двигаться или чем становиться. Энергия – это такое необъяснимое и философски неделимое нечто, которое никак не выглядит и ни из чего не состоит, не убывает и не возникает, но является нам в разных формах – массы, тепла, движения, волны. Энергия перетекает из одной формы в другую: например, теплом можно вызвать движение. Чтобы сделать что-то, что не хочет делаться само, нужно вложить энергию – толкнуть камень в гору, например. А если что-то делается самопроизвольно, то энергия при этом выделяется, как свет и жар при горении. В том, откуда и куда энергия перетекает, состоит, собственно, последовательность всех событий в мире. Мы называем направление этого перетекания временем.

Одна из главных форм существования энергии – это материя, то есть энергия с массой. Известная нам материя состоит из атомов, крупниц энергии, пойманной в форме мас-

сивных комков. Благодаря наличию массы атомы обладают свойствами, интуитивно понятными нам, массивным существам. Атомы, например, отскакивают друг от друга – их можно весьма условно сравнить с бильярдными шарами.

Все атомы имеют похожую структуру. В центре – тяжелое ядро, несущее в себе почти всю массу атома. Ядро состоит из плотно слепленных друг с другом протонов и нейтронов, которых может быть от одной штуки (у водорода) до пары сотен (у урана). У нейтронов есть только масса, а у протонов, помимо массы, есть еще заряд – особое свойство материи, которое существует в двух вариантах, притягивающих друг друга. Мы называем эти варианты положительным и отрицательным зарядом: у протона по договоренности плюс, а противоположный минус – у еще одной составляющей атома, электрона.

В основном атом состоит из пустоты. Ядро из протонов с нейтронами – центр тяжести – занимает ничтожную часть пространства по сравнению с диаметром атома. Поверхность же атома состоит из почти невесомого электронного облака. В школьных учебниках принято писать, что электрон летает вокруг ядра, но это сразу создает ложное представление, которое приходится потом долго ломать, когда дело доходит до квантовой механики. Дело в том, что если атом в целом еще худо-бедно напоминает шарик, то электрон – вообще нечто иное, и как шарик его никоим образом не описать. Он и волна, и материя. У него есть масса, но нет четкого

положения: вероятность его существования как бы размазана по пространству, окружающему атом. Электроны имеют заряд, противоположный протонному, благодаря чему электронная оболочка и окружает ядро, к которому ее все время тянет. Таких оболочек у атома может быть много, они слоятся и переплетаются вокруг ядра многомерной квантовой капустой, от которой студентам-первокурсникам на лекциях по химии или физике обычно становится плохо.

Различаются атомы количеством протонов, нейтронов и электронов. Атомы с определенным количеством протонов называются элементами. Элемент – это тип атома. У каждого элемента свои свойства. Самый простой элемент – водород. У водорода один протон и один электрон, а нейтронов обычно нет вообще. У углерода, например, 6 протонов и обычно 6 нейтронов, а у железа – 26 протонов и 30 нейтронов. Чем больше протонов с нейтронами – тем атом тяжелее. Количество электронов в норме уравнивает количество протонов, нейтрализуя общий заряд атома. Но в махинациях с электронами, как мы увидим, состоит вся атомно-молекулярная жизнь.

Пантеон элементов

Атомам все время не сидится со своим набором электронов. В этой нервной – причина всех химических реакций. Спокойна только особая группа атомов, носящих бла-

гозвучное название благородных газов: гелий, неон, аргон, криптон, ксенон, радон. В пантеоне химических элементов они как шесть бодхисаттв, поддерживающих баланс своих электронов в полной гармонии с протонами, лишённые желаний и устремлений, не вступающие ни в какие реакции и ведущие одиночную жизнь в форме газа.

Остальные атомы, так или иначе, чего-то хотят от других атомов, благодаря чему и существуют вещества, предметы и организмы. Некоторые атомы не удовлетворены своим «естественным» количеством электронов и хотят оторвать или хотя бы оттянуть их от других атомов. Другим атомам слишком много положенного набора, и они ищут желающего принять избыток. У некоторых вроде бы все в порядке с количеством электронов, но у них нестабильная конфигурация, которую можно стабилизировать, только вступив в связь с другим атомом с похожей проблемой.

Химическая связь возникает, когда электронные облака двух атомов сливаются в единое облако. Полученная совместная электронная оболочка распределяется между ядрами-партнерами. Бывает мирное слияние, когда оба атома получают поровну коммунального облака. Бывают почти рейдерские захваты, когда один атом после слияния перетягивает облако на себя, и перед атомом-партнером встает выбор: либо довольствоваться краешком облака, прилипая к захватчику, либо отколоться и остаться вообще без электрона. Если облако растянуто на два ядра, то теперь два атома суще-

ствуют как единое целое, и такая стабильная связка атомов называется молекулой. Молекулы помогают атомам успокоить свою нервозность.

Живой мир состоит не из отдельных атомов, а именно из молекул – конгломератов атомов, связанных друг с другом общими электронами. Молекулы живой природы – органические молекулы – отличаются своими огромными размерами. Они состоят не из двух-трех атомов, а из десятков, сотен, даже тысяч атомов, складывающих свои электронные облака в сложные трехмерные структуры. Количество возможных молекул бесконечно, а количество реально существующих молекул определяется, скорее, нашими способностями их находить или создавать. Но атомов гораздо меньше, чем молекул, а ключевые атомы природы, собственно химический каркас жизни, и вовсе можно пересчитать по пальцам.

Главный из них – бесспорно, углерод. Если говорить отвлеченно, то из углерода состоит все живое, а другие атомы – так, понаलिпли. Почему углерод? Он обладает уникальными среди элементов способностями. Атом углерода в молекуле может быть связан с двумя, тремя и даже четырьмя другими атомами, в том числе, и это особенно важно, с другими атомами углерода. В итоге образуются ветвящиеся цепи и многогранные кольца, причем их размеры и строение почти ничем не ограничены. Это свойство углерода настолько расширяет возможности и разнообразие состоящих из него молекул, что их изучение даже носит особое название – «органи-

ческая химия».

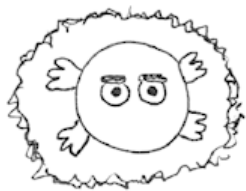
КСТАТИ

Есть такая шутка: что такое органическая молекула? Это любая молекула, интересная химикам-органикам.

Границу между органической и неорганической молекулой действительно сложно провести. На первый взгляд, это просто: подавляющее большинство органических соединений одновременно состоит из углерода и производится живыми организмами – отсюда «органика» в их названии. Но есть спорная территория, например углекислый газ – вездесущая и очень простая форма существования углерода, которая бывает на других планетах и безо всякой жизни. Его едва ли можно отнести к органическим молекулам, а вот мочевины – молекулу не намного сложнее, но гораздо более редкую за пределами биосферы – возможно. Именно синтез мочевины из цианата аммония, осуществленный немецким химиком Фридрихом Вёлером, считается первым случаем искусственного производства органического соединения из неорганического. Своим достижением Вёлер помог опровергнуть концепцию витализма, согласно которой в молекулах живого организма содержится особая жизненная сила, принципиально отличающая ее от «неживых» веществ.

Углерод – фигура конструктивная, производительная, хозяйственная. Он готов сотрудничать с другими атомами на разумных условиях. Он не пытается оторвать у них каждый

увиденный электрон, а спокойно объединяет свои электронные облака с чужими во все более и более крупные структуры. Углерод готов сотрудничать с другими углеродами, до четырех на атом – получаются ветвящиеся цепочки, где все на равных правах. Углерод ведет себя вежливо даже в отношениях с водородом, лишь слегка оттягивая на себя его смешотворный единственный электрон. Именно благодаря таким деловым качествам углерода живая природа существует в известном нам виде. Из-за своей сговорчивости и общительности углерод идеально подходит для сборки в гигантские мегамолекулы, такие как белки или ДНК.



C
(УГЛЕРОД)



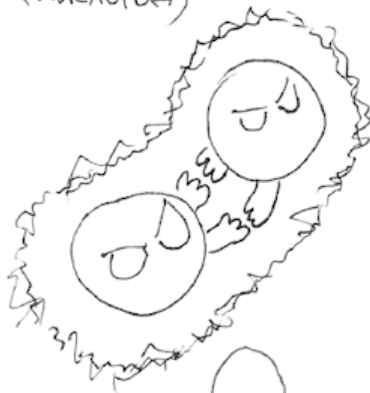
O
(КИСЛОРОД)



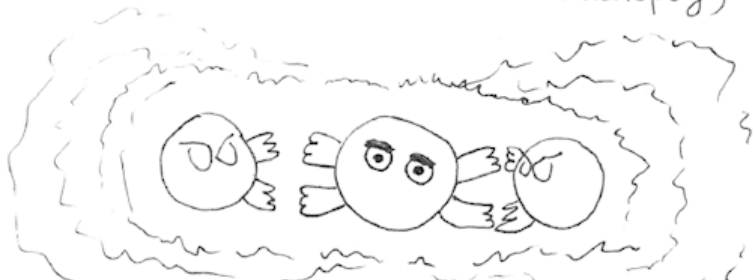
H
(ВОДОРОД)



H₂O
(ВОДА)



O₂
(МОЛЕКУЛЯРНЫЙ
КИСЛОРОД)



Водород – самый распространенный элемент во Вселенной¹.

Материя в целом, можно сказать, состоит из водорода и его близкого родственника, благородного бодхисаттвы гелия, с вкраплениями других, более тяжелых элементов. Но среди этих больших элементов водород – самая мелкая сошка. Он как несчастный крепостной крестьянин, плотно прилепленный к барину своим электроном, курсирующим в составе общей молекулы. У него совсем нет сил, чтобы удержать и этот свой единственный отрицательный заряд, поэтому отношения с другими атомами у него почти всегда подчиненные. Но ни от кого на планете Земля водород не страдает столько, сколько от кислорода.

Кислород – элемент деструктивный, беспощадный, яростный. Он разорвет на части все, что ему подsunут. По силе, с которой он тянет на себя электроны, ему нет равных, за исключением экзотического фтора². Вклиниваясь в чужие молекулы, кислород расчленяет их на отдельные атомы, присасываясь к их электронным облакам и образуя простые соединения. Если попадетсЯ водород – получится вода. Если попадетсЯ углерод – получится углекислый газ. Молекула-жертва, скажем, целлюлоза в бумаге и древесине, может содержать несколько тысяч сложно состыкованных углеродов, но кислород готов превратить всю эту сложность в простые, мелкие, неорганические молекулы. Часть энергии, содержащейсЯ

ся в электронных облаках углеводородного каркаса целлюлозы, при этом освобождается в форме света и тепла. Это называется горением.

(УЧАСТОК СЛОЖНОЙ
ОРГАНИЧЕСКОЙ
МОЛЕКУЛЫ)

ГОРЕНИЕ



Конечно, такая сугубо деструктивная роль кислорода – большое упрощение. Кислород не только рушит молекулы из углерода и водорода, но и входит в их состав. Тем не менее с планетарной точки зрения можно смотреть на такие кислородсодержащие молекулы как на топливо в постепенном процессе сгорания. Углекислый газ и вода – конечные продукты горения углеводородной молекулы, а все остальные формы существования в ней кислорода – промежуточные продукты.

На первый взгляд, углерод и кислород выглядят врагами: один строит, другой рушит. Углерод отличается тем, что из него можно создавать сложнейшие инженерные конструкции. Кислород же способен любые конструкции в конечном итоге превратить в простейшие молекулы.

На самом деле даже в горении есть очевидная польза. В химических связях, сковывающих сложную молекулу, заключено огромное количество энергии, которое можно высвободить, если эту сложную молекулу расщепить на простые. Горение топлива, например, несет ракету в космос со скоростью, невиданной в дикой природе. Это тоже кислород, накидывающийся на углерод с водородом, и энергия, выделенная в ходе такой атаки, превращается в ускорение. Так же и кислород в живом организме: его «электронная жадность» используется природой для высвобождения энергии, которую можно затем использовать. Мы вдыхаем кислород,

чтобы сжечь съеденный обед и пустить его энергию на конструктивные дела: например, обдумывание ужина.

В дихотомии углерода и кислорода есть что-то космически значимое для жизни на Земле. У кислорода действительно в характере рушить и отбирать, но он умеет это делать так эффективно и беспощадно, что из чинимого им тотального уничтожения рождается новое и невозможное. Кислород – не просто вандал природы, он что-то вроде химического Шивы – несущий обновление через разрушение. (Для углерода тогда напрашивается образ четверорукого Вишну.)

Кислород и углерод как элементы воплощают в себе свойства, которые после возникновения жизни лягут в основу метаболизма, или обмена веществ. Метаболизм имеет две стороны. Анаболизм – строительство больших молекул с затратой энергии, то есть почти всегда строительство углеродных цепочек. Катаболизм – расщепление больших молекул с выделением энергии, то есть, в современной природе, почти всегда сжигание углеродной пищи кислородом. Вместе анаболизм и катаболизм замыкаются в энергетический цикл, способный приспособливаться к любым нуждам живого организма, и в этом цикле заключается одно из самых главных, самых чудесных свойств жизни. Любой живой организм имеет сложную систему «обмена валюты», которая связывает анаболизм с катаболизмом. Эта восхитительная система позволяет нам запихивать в рот почти все что угодно и каким-то образом безо всяких усилий превращать спрятанную

там химическую энергию в мысли и движения.

Можно сказать, что метаболизм — это половина того, что значит быть живым. Но цикл энергии, в принципе подходящий под определение обмена веществ, встречается во многих системах (например, любой природный круговорот). В понятие живого организма, по крайней мере в известных нам земных вариантах, входит, помимо метаболизма, еще один цикл: информационный. Живые организмы обладают наследственностью. Но, перед тем как я произнесу слово на букву «г», предлагаю отвлечься на легкий пересмотр природы реальности.

Мир как рецепт пирожка

В бытовом смысле мы используем слово «информация» для обозначения значимого и обычно передаваемого знания. Информация передается, когда два человека разговаривают. При чтении информация преобразуется из письменной формы в мысленную. Информация копируется, если переслать файл с одного компьютера на другой. Может показаться, что само понятие информации возникает в тот момент, когда что-то значимое куда-то передается. То есть с бытовой точки зрения информация — это «мера общения», слово, обозначающее передачу каких-то важных параметров из одной системы в другую.

С более формальной, физической точки зрения информа-

ция совсем необязательно должна куда-то копироваться или что-то значить, чтобы быть информацией. Информация – это не передача параметров, это сами параметры. Абстрактное описание системы, отличающее ее от других систем. Например, в доме содержится информация о взаимном расположении кирпичей, и эта информация существует независимо от самих кирпичей, от вашего знания об этих кирпичах и вообще от материального мира. Она может быть нигде не записана и никому не известна, но она то, что отличает дом от груды кирпичей. Информация – не столько «мера общения», сколько «мера порядка», индекс свойств системы, выделяющий ее из хаоса. Она «содержится» в материи, но существует независимо. Например, роман «Война и мир» – это информация, абстрактное описание того, как должны быть расположены буквы на листе, чтобы отражать задумку автора. Эта информация может содержаться в бумажной книге или в памяти компьютера, но эти материальные носители – не то же самое, что великий роман русского классика.

С этой точки зрения можно еще раз взглянуть на Вселенную в целом. Из чего она состоит? Допустим, что всю Вселенную взяли, стерли в порошок и распылили до гомогенного пара. Суммарное количество энергии останется точно таким же, даже количество атомов и частиц вряд ли изменится (зависит от того, как стирать в порошок). Что исчезнет при таком стирании – так это информация. Распределение атомов и энергии между реками и морями, материками, плане-

тами и галактиками, распределение, благодаря которому они были собой. Не будет ли логичным сказать, что из информации Вселенная и состоит? Энергия – это начинка Вселенной, а информация – рецепт вселенского пирожка. Вот вам и легкий пересмотр реальности.

Что делает жизнь живой? Способность воспроизводить информацию. Точнее, способность информации воспроизводить саму себя. Но все по порядку.



Л. Н. Толстой
пересматривает свой
взгляд на "Войну и мир"

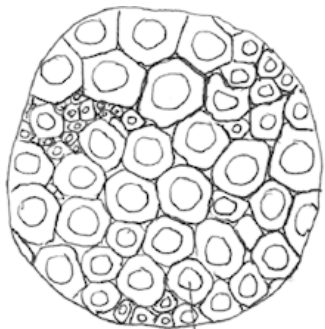
Молекула всего

Принципиальны для понимания жизни два типа молекул: белки и нуклеиновые кислоты.

Это огромные молекулы, если смотреть на них с точки зрения неживой природы. Допустим, вы атом углерода – как мы помним, четверорукий крепкий хозяйственник, из которого в основном выстроены молекулы живого организма.

Допустим, ваш диаметр соответствует человеческому росту. В таких координатах средний белок будет размером эдак со Спасскую башню или статую Свободы, а рибосома – машина для изготовления белков – примерно с футбольный стадион. Матричная РНК – программа, которая в эту машину вставляется, – окажется лентой шириной в 20 метров, а длиной в десятки километров. ДНК – две похожие ленты, закрученные друг вокруг друга, но ленты настолько длинные, что это, скорее, дороги, ведущие из ниоткуда в никуда. У бактерий ДНК замкнута в огромное кольцо окружностью в половину, а иногда и весь земной экватор. У человека ДНК не кольцевая, поэтому начало и конец у нее все-таки есть, зато длина человеческой ДНК во много раз больше бактериальной. В наших воображаемых координатах расстояние между двумя концами ДНК в человеческой хромосоме – порядка расстояния от Земли до Луны. Оно и в обычных, реальных-то координатах впечатляет. Каждая хромосома – это

одна молекула ДНК, намотанная на плотно упакованные катушки из белков-гистонов, а всего хромосом в каждой клетке 46 штук. Если хромосомы размотать, то в каждой клетке человека обнаружится аж два метра ДНК³.



Человек состоит
из клеток



В клетках содержатся
хромосомы



Нуклеосома — белковая
катушка с накрученной
на нее ДНК

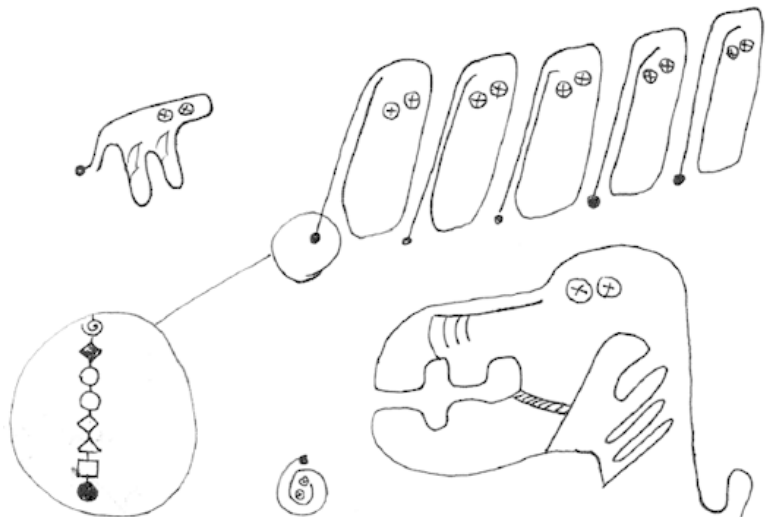


Белки – совершенно несуразное название для чего-то настолько важного и величественного. Что такое белок, знает каждый ребенок: белок – это белая, по-моему, менее вкусная часть яйца. Какая связь между яичным белком, прозрачным желе, белеющим при нагревании, и белками, из которых состоит наше тело, понять очень сложно. Яичная аналогия помогает усвоить, что белки очень питательные, но мешает понять, что белок вовсе не гомогенная масса одного и того же вещества.

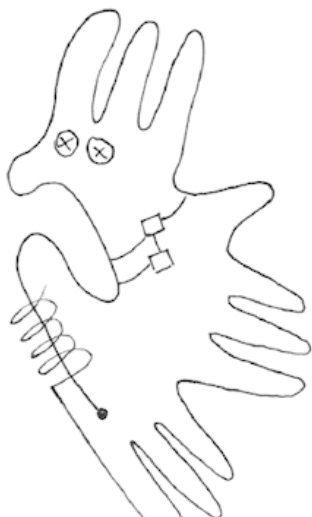
Ту же, в общем, идею однородности белкового вещества выражает синоним «белка» – «протеин». Предложил его в 1838 г. шведский ученый Йёнс Якоб Берцелиус в письме голландскому химику по имени Геррит Ян Мульдер⁴. Мульдер изучал химический состав разных биологических субстанций (шелка, яиц, плазмы крови) и пришел к убеждению, что в основе всего живого лежит одна и та же сущность, «первовещество». Мульдер фантазировал, что это первовещество производить умеют только растения и в этом заключается их питательная ценность для животных. Берцелиус – выдающийся шведский химик, с которым Мульдер много лет переписывался, – предложил так это первовещество и назвать: *протеин*, от слова *πρῶτεος*, то есть «первичный» по-гречески.

Все оказалось несколько иначе, чем предполагал Мульдер. «Первовещества» как такового на самом деле нет. Все

сложные молекулы, из которых мы состоим, производят наши собственные клетки из простейших деталей, причем организм великолепно умеет изготавливать одни детали из других. Некоторые детали должны обязательно поступать с пищей, как, например, половина аминокислот – из них состоят белки. Но в целом живой организм обходится тем, что имеет. Как правило, он может сожрать что угодно, разобрать практически на атомы и собрать в любые нужные ему молекулы. Поэтому идея о том, что растения производят некий единый белок, из которого состоят животные, неверна. Тем не менее Мюльдер действительно нащупал кое-что важное и общее между изучаемыми им субстанциями. Просто они оказались не одним и тем же *белком*, а разными *белками*. Белок – не одна какая-то молекула, а тип сложного химического соединения, представляющий собой разнообразные цепи из одинакового набора деталей, бусин, аминокислот. То есть химически белки очень похожи друг на друга, что и натолкнуло химика Мюльдера на мысль о «первовеществе». Но главное в белке то, что разные последовательности бусин позволяют создавать совершенно разные молекулы из одного и того же набора компонентов.



20 АМИНОКИСЛОТ



БЕЛКИ

М. ЧЕЛЕРОВА

Эти разнообразные белки правят живым организмом. Как рабочие разных профессий, они делают все, что только можно в нем делать. Мы перевариваем пищу с помощью белков, дышим кислородом с помощью белков, двигаемся с помощью белков. Белки копируют ДНК, синтезируют клеточную мембрану, а при формировании долгосрочной памяти белки в гиппокампе отправляют при помощи белков белковые сигналы другим белкам в кору. Всего у человека порядка 20 000 разных белков⁵, но каждая клетка решает, когда и в каких количествах производить из них тот или иной белок.

В общем, как «первовещество» термин «протеин» себя не оправдал: белок – это не одна вещь, а огромное количество похожих вещей. Я предлагаю простое решение вопроса: можно переосмыслить этимологию слова как отсылку к греческому богу Протею, морскому божеству, способному принимать разные формы. Тогда все встает на свои места. Так или иначе, «протеин» – слово, конечно, поэlegantнее, чем «белок», но, к сожалению, в русском языке так белки называют только продавцы биодобавок. Так что придется терпеть яичную терминологию. Белки так белки.

Нуклеиновые кислоты – название еще хуже. Во-первых, длинное, сложное, учебником химии веет за километр. Во-вторых, тот факт, что нуклеиновые кислоты именно кислоты, конечно, многое определяет в их химических свойствах, но для общего понимания их смысла совершенно не прин-

ципиален. Да и «нуклеиновость» этих кислот, в общем, вторична. *Nucleus* означает «ядро», отдел клетки, в котором у нас, эукариот, нуклеиновые кислоты хранятся. У бактерий – самой многочисленной формы жизни на Земле – ядер нет, а кислоты все равно нуклеиновые.

Что такого важного в нуклеиновых кислотах – ДНК и РНК? Сами по себе, то есть без белков, они почти беспомощны. За редкими (хотя и важными) исключениями, о которых речь впереди, нуклеиновая кислота тихо лежит, а белки с ней что-то делают. Сила нуклеиновых кислот не в работоспособности или многофункциональности, а в том, что они несут информацию о том, какими нужно быть белкам, чтобы исполнять нужные функции. Нуклеиновые кислоты *кодируют* белки. Белки на самом деле – это не рабочие, а роботы. Они изготавливаются по специальным программам, записанным в нуклеиновых кислотах.

Физически и белки, и нуклеиновые кислоты представляют собой цепи, сложенные из последовательностей повторяющихся деталей, блоков, бусин. Белки состоят из блоков, называемых аминокислотами, нуклеиновые кислоты – из блоков, называемых нуклеотидами.

В белках 20 возможных составных частей, причем все они очень разные с химической точки зрения. Аминокислоты – это как набор «Юный химик». Все их можно комбинировать в почти бесконечном количестве вариантов. Благодаря разным последовательностям аминокислот разные белки при-

обретают разные свойства, изгибаются в сложные трехмерные формы, покрытые всевозможными химическими группами, работающими как детали машины. Это обилие компонентов и комбинаций дает белкам такое бесконечное разнообразие функций. В конечном итоге все сводится к простейшему рецепту: такие-то аминокислоты в такой-то последовательности. Информация определяет функцию. Последовательность белка решает, что этот белок умеет делать.

Четырехбуквенный роман

Что касается нуклеиновых кислот, то они бывают двух типов: рибонуклеиновая (РНК) и дезоксирибонуклеиновая (ДНК). По молекулярному составу они очень похожи друг на друга, но их роли и значение совершенно разные. О РНК разговор впереди, пока же для простоты можно ограничить нуклеиновые кислоты знаменитой двойной спиралью ДНК.

В ДНК всего четыре составные части, причем не так сильно различающиеся по химической сущности. Но эти составные части, нуклеотиды, обладают ключевым свойством, носящим название комплементарности. Комплементарность — это способность одной цепи нуклеотидов связываться с другой комплементарной цепью нуклеотидов, если их последовательности соотносятся как негатив и позитив. Иначе говоря, это способность одной цепи задавать другую цепь, и наоборот.

Благодаря этому свойству нуклеотидные цепи идеально подходят для воспроизведения особого типа информации, которую называют наследственной информацией, генетической информацией или просто генами. (Вот оно, слово на букву Г!) Все гены организма в совокупности называются геномом¹. Ген – это фрагмент генома, как глава – фрагмент романа. Геном записан в ДНК, как роман записан в книге.

Каждая цепь ДНК состоит из четырех возможных нуклеотидов: аденин, гуанин, цитозин и тимин. Их иногда даже называют для простоты «буквами»: А, Г, Ц и Т. Эти буквы связаны друг с другом последовательно, как бусины: например, Т-Ц-Ц-Г-А. Благодаря химической структуре четырех нуклеотидов, такая цепь может связаться с другой, параллельной цепью, причем к А подходит только Т, а к Г – только Ц, и наоборот. То есть парная цепь в нашем примере: А-Г-Г-Ц-Т. Две эти цепи, встретившись, обовьются друг вокруг друга и образуют двойную спираль, а две другие цепи со случайными, не подходящими друг к другу последовательностями ее

¹ Знатоки биологии заметят, что «генами» обычно называют только малую часть генома, хотя на вопрос о том, какую именно, разные ученые отвечают по-разному. Считается, что бо́льшая часть последовательности ДНК в наших клетках не несет смысловой нагрузки, а роль играют только отдельные островки информации. Но с каждым годом в этом море «бессмысленного» кода ДНК обнаруживаются все новые и новые «смыслы», поэтому граница между генами и негенами в геноме размывается все сильнее и сильнее. О различных определениях слова «ген» мы еще поговорим в последующих главах, но в любом случае это вопрос терминологии. Исходя из задач этой книги, я предлагаю считать геном любую единицу информации, наследуемую посредством последовательности ДНК.

не образуют. Такую «парность» двух цепей и называют комплементарностью, а сами парные последовательности – комплементарными.

Чем так принципиальна комплементарность? Благодаря тому, что последовательность одной цепи «знает» последовательность другой цепи, *ДНК можно копировать*. Имея две цепи, достаточно знать последовательность одной из цепей, чтобы восстановить всю исходную молекулу. Это происходит при делении любой клетки. ДНК разматывается из двойной спирали на две отдельные нити, и недостающая нить достраивается специальными белковыми роботами по принципу комплементарности. В итоге образуются две одинаковые двойные спирали, которые распределяются между дочерними клетками³.

То есть нуклеиновые кислоты, благодаря своей химической структуре, позволяют копировать содержащуюся в их последовательности информацию. В каком-то смысле комплементарные цепи ДНК – это воплощение самой идеи жизни. Удвоение, копирование, размножение, деление – все это синонимы, когда речь идет о ДНК. (Вдумайтесь: только в биологии множить и делить – это одно и то же.) Даже производство Евы из ребра Адама следует тому же самому принципу, что и копирование последовательности ДНК: имея часть исходника, восстанови недостающее.

Но самое главное в том, что эта самая генетическая информация, последовательность нуклеотидов, так хорошо

приспособленная к копированию, имеет скрытый смысл, который в ней можно прочесть, если знать шифр. Последовательность нуклеотидов – не просто молекулярные бусы. Это код. Информация в ДНК *означает* последовательность белка, а вместе с ней – то, что белок делает: дыхание, движение, питание, и все остальные функции живого организма. С помощью этого своего кодирующего свойства бездейственная ДНК, тихо хранящая в себе мудрость поколений, манипулирует окружающим миром, извлекая из себя информацию о полчищах белковых роботов.

Роботы кодируются четырехбуквенным кодом, в котором каждой аминокислоте соответствует «слово» из трех букв: АТТ – изолейцин, ГЦЦ – цистеин и так далее. Всего возможны 64 таких слова, и они распределены между 20 аминокислотами и специальными обозначениями «конец белка»: ТАА, ТАГ и ТГА. Если часть последовательности ДНК прочитать со специальным словарем, то получится последовательность белка.

КСТАТИ

Словарь перевода с нуклеотидного на аминокислотный называется генетическим кодом. Генетический код – это не то же самое, что генетическая информация. Генетическая информация – это все, что записано в ДНК. Генетический код – это таблица из 64 трехбуквенных комбинаций нуклеотидов, или кодонов, и соответствующих аминокислот, которые они кодируют. «Таблица кодонов» висит над столом

у многих биологов наподобие таблицы Менделеева у химиков или, наверное, карты метро у работников метрополитена – требуется часто, теоретически можно и запомнить, но зачем?

В живой клетке есть специальная машина, ответственная за «перевод со словарем». Этот огромный молекулярный комплекс под названием *рибосома* – точка, в которой производятся белки и в которой нуклеиновые кислоты сообщают им свою генетическую волю. Здесь принципиальной становится вторая из кислот, рибонуклеиновая, она же РНК, родственница вездесущей двойной спирали. Пора составить семейный портрет.

В центре догмы

ДНК строга, спокойна, склонна к стабильности. Ее роль – нести свое знание из поколения в поколение с максимальной точностью. Она как жрица, живущая под грузом вечности: в ней содержатся гены, исчисляющие время эпохами. ДНК – это обычно гигантская цепь из миллионов нуклеотидов, и разные белки записаны в разных участках этой цепи. Гénom, в принципе, можно называть любой участок ДНК. По Ричарду Докинзу, например, ген – «единица, продолжающая существовать в ряду многочисленных последовательных индивидуальных тел»⁶. Но обычно в качестве такой единицы выбирают участок ДНК, обозначающий один белок.

РНК куда менее стабильна, чем ДНК, – постоянная головная боль для биохимиков, пытающихся ее исследовать. Она ретива и мимолетна, но в каком-то смысле гораздо более талантлива, чем ее статная родственница ДНК. ДНК не умеет делать ничего и только торжественно хранит покой содержащихся в ней генов. РНК не сравнится с белком в плане талантов, но в принципе умеет делать множество вещей, иногда даже вступая в принципиально важные химические реакции. Ее жизнь коротка, а по размерам она редко превышает тысячу-другую нуклеотидов (хотя и при такой длине РНК крупнее большинства белков).

РНК – это копия одного из участков ДНК. Она как бы распечатка одного из тысяч негативов, хранящихся в архиве. Сделать такую распечатку можно, конечно, благодаря комплементарности. На одну из цепей ДНК садится специальный белок, называемый РНК-полимеразой, и собирает комплементарную ей цепь, только состоящую из слегка отличающихся нуклеотидов. В реальном времени РНК-полимераза скорее летит вдоль цепи ДНК, а растущая копия – цепь РНК – змеится за ней хвостом. Весь процесс «распечатки» называется транскрипцией. Транскрипция – это изготовление РНК на базе последовательности ДНК.

ДНК



Двуцепочечная спираль

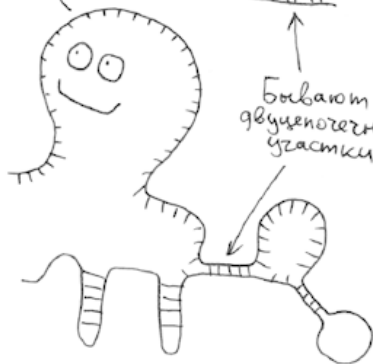
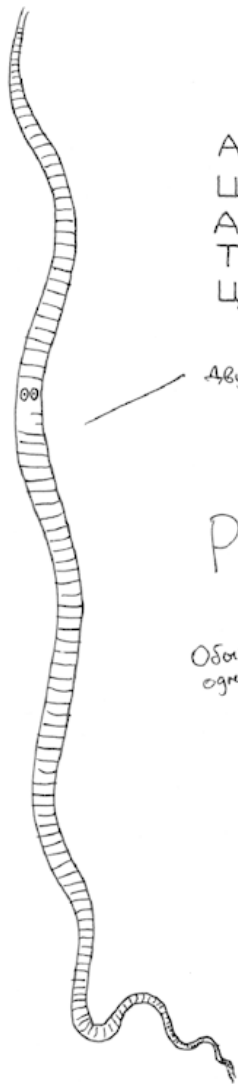


РНК

Обычно
одноцепочечная



Бывают
двухцепочечные
участки



КСТАТИ

Нуклеотиды в РНК называются рибонуклеотидами, а в ДНК – дезоксирибонуклеотидами, в последних на один кислород меньше, отсюда «дезокси». Помимо этого отличия, есть еще одно: в РНК вместо тимина (Т) используется урацил (У). Ничего важного для понимания при этом не меняется. Это примерно как отличие украинского алфавита от русского – не очень значительные, исторически сложившиеся различия в буквах.

Цепь РНК как таковая по химической структуре почти идентична ДНК, но из-за небольших отличий в нуклеотидах ведет себя иначе. РНК не склонна к длинным цепям и двойным спиралям, хотя это и возможно: двухцепочечная РНК есть, например, у некоторых вирусов. Вместо двойных спиралей, в которых друг к другу прилипают целые комплементарные цепи, одиночная цепь РНК живет сама по себе, но любит изгибаться в сложные трехмерные структуры – совсем как белок. Это происходит за счет комплементарного «слипания» разных участков одной и той же цепи РНК, изгибающего молекулу в том или ином направлении. В совокупности с большей, чем у ДНК, реакционной способностью все это ставит РНК в каком-то смысле посередине между двумя главными молекулами природы. По своей сущности РНК – почти ДНК. Она состоит из нуклеотидов и может транскрибироваться («распечатываться») с одной из цепей двойной

спирали. Но по своей склонности к сложным трехмерным формам и готовности вступать в химические реакции РНК – почти белок.

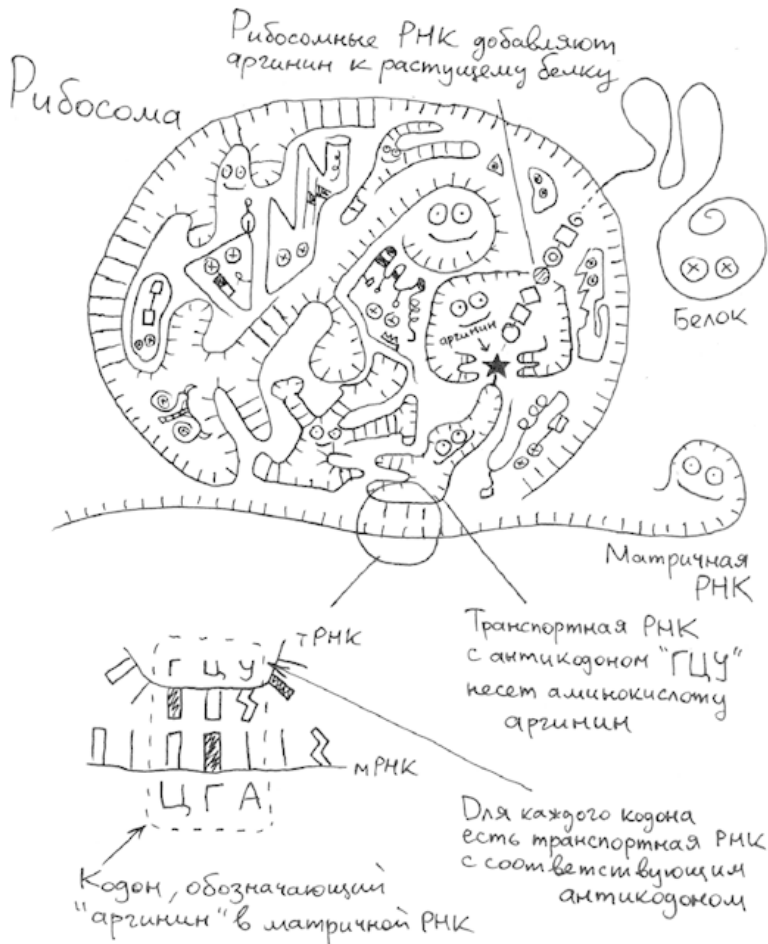
С транскрипции начинается путь гена – информации, записанной в ДНК, – в материальный мир. Поэтому одна из основных задач клетки состоит в регуляции транскрипции. Клетка населена армиями белков, называемых транскрипционными факторами, которые занимаются исключительно тем, что включают и выключают транскрипцию тех или иных участков ДНК в зависимости от всевозможных сигналов, получаемых ими от других белков или из окружающей среды. Говоря, что клетка «включает» какой-нибудь ген, биологи в большинстве случаев имеют в виду включение транскрипции этого гена.

Ген, скопированный в свежую цепочку РНК, внезапно обретает мобильную форму. В таком виде он может путешествовать по клетке и даже между клетками, взаимодействовать с белками, а иногда складываться в «белковоподобные» трехмерные машины. Но особым статусом пользуются РНК, которые сами ни во что сложное не складываются и ничего интересного не делают, а только смиренно несут в себе генетическое послание, на основе которого будет изготовлен белок. В английском языке их так и называют: messenger RNAs, «РНК-посланники». В русском языке аббревиатура мРНК обычно расшифровывается как «матричные», что отражает их суть (эти РНК служат матрицей для изготовления

белков), но немного лишает душевности².

Куда несут свое послание РНК-посланники? На рибосому. Это, напомню, огромная молекулярная машина, можно сказать станция, на которой производятся белки, где нуклеотидный язык переводится на аминокислотный. Она умеет брать «генетическое послание», матричную РНК, и, пропуская через себя шагами в три нуклеотида, параллельно собирать соответствующий белок, бусина за бусиной. В зависимости от того, какую матричную РНК вставить в рибосому, она может произвести любой белок. Рибосому можно считать древнейшим компьютером, работающим по алгоритму генетического кода.

² Есть еще один термин для той же самой молекулы: информационная, или иРНК; иРНК – то же самое, что мРНК.



РНК-полимераза (белок, который «распечатывает» гены в

РНК) и рибосома (машина, которая «переводит» РНК в белок) в совокупности делают принципиально важную вещь: они придают информации форму. Ген – абстрактная идея, записанная в последовательности нуклеотидов, – никак не влияет на мир до тех пор, пока не обретет физическое тело, отдельное от бесконечного рулона ДНК. Транскрипция дает ему материальную жизнь в форме РНК; трансляция в белок дает ему способность управлять внешним миром. Именно свойствами белков определяются свойства живого организма. Белки решают, как работает пищеварение. Белки решают, какой формы нос. Белки решают, с какой скоростью двигается по мозгу нервный импульс.

Этот процесс превращения информации в функцию в биологии называется Центральной догмой. Центральная догма – что-то вроде биологического закона, универсальный принцип работы любого известного нам живого организма. Земля вертится вокруг Солнца, дважды два – четыре, белок считывается с гена, а ген с белка – нет.

КСТАТИ

Обычно Центральную догму рисуют в «тройном» виде: ДНК→РНК→белок. Имеется в виду, что в живых организмах информация всегда движется в этом направлении, а в обратном направлении не движется. Сформулированная таким образом в 1960-е гг. Центральная догма, впрочем, быстро пошатнулась, когда были открыты ретровирусы. Те умеют изготавливать ДНК на базе РНК. Так поступает,

например, вирус иммунодефицита человека. Его геном записан в форме РНК, но при попадании в человеческую клетку он изготавливает свою ДНК-версию и встраивается в геном хозяина. Процесс производства ДНК на матрице РНК называется обратной транскрипцией, а «ретро-» в названии ретровирусов по той же причине означает «назад». То есть ретровирусы – вирусы-оборотни.

В дальнейшем нашлись и другие примеры синтеза ДНК из РНК, поэтому репутация Центральной догмы как аксиомы была подпорчена. И все же если схему перерисовать в «двойном» виде, то ее действительно можно считать неколебимым законом живого: нуклеиновые кислоты→белки.

Или еще абстрактнее: информация→функция.

Последний универсальный

Задача этой книги – представить себе историю живого в виде последовательности реальных событий, мгновений прошлого, ключевых точек во времени, определивших нашу сегодняшнюю жизнь как разумных существ. Первым и главным из таких событий должен стать, несомненно, момент возникновения жизни на Земле. Проблема в том, что мы решительно ничего о нем не знаем. Не знаем, что произошло, не знаем – где, не знаем – когда, не знаем даже, что именно происхождением жизни нужно считать.

Например, мы не знаем, было ли возникновение жизни единичным событием. Вполне вероятно, что жизнь зарождалась многократно даже на нашей планете, не говоря уже о других потенциально возможных мирах. Но сколько бы раз это ни происходило, можно с достаточной долей уверенности утверждать, что вся ныне существующая жизнь на Земле берет свое начало от одного-единственного предка. Свидетельствует об этом простой факт: вся современная жизнь, от бифидобактерий до носорогов, работает по одному и тому же принципу: информация хранится в ДНК и выражается (по-биологически – *экспрессируется*) в белках при посредничестве РНК.

Это, возможно, главное открытие молекулярной биологии XX в. Центральная догма заполнила пропасть между «простыми» и «сложными» организмами, объявив, что различия между ними видны только на поверхности, а в глубине все они невероятно сложны, а главное – сложны совершенно однотипным виртуозным балетом макромолекул.

Это та же логика, которой пользуется сыщик, чтобы отличить не связанные между собой преступления от серийных. Если между картинками преступлений есть сходство достаточной сложности, то такой «почерк» свидетельствует о том, что эти преступления совершены одним и тем же человеком. Разбитые окна на месте кражи не считаются, потому что это слишком просто: легко представить, что разные преступники оставляют одну и ту же улику независимо друг от друга.

Но если окно в каждом случае аккуратно вырезано одним и тем же инструментом, то куда вероятнее, что это дело рук вора-рецидивиста. В случае с живыми организмами инструменты их функционирования настолько сложные и настолько одинаковые, что почти никто не сомневается в их едином происхождении.

Итак, насколько можно судить, всё ныне живущее произошло от одного организма. Этот организм, по-видимому, был клеткой (об этом его свойстве речь в следующей главе) и уже обладал ДНК, РНК и белками. Считается, что он жил на нашей планете примерно 3,5 млрд лет назад. В англоязычной литературе для обозначения этого нашего таинственного дедушки из глубины времен используется аббревиатура LUCA – last universal common ancestor, то есть «последний универсальный общий предок». ЛУКА благозвучнее, чем ПУОП, поэтому пусть Лукой и будет.

Почему «последний»? Потому что между происхождением жизни (моментом, когда неживая материя стала живой) и Лукой (организмом, к которому восходит родословная всего ныне живущего) прошел промежуток времени, о котором, как вы уже догадались, ничего не известно. Теоретически жизнь могла зарождаться, множиться и вымирать миллионы лет и миллионы раз до того, как возник Лука, чьи потомки оказались удачливее и в конечном итоге населили сегодняшнюю Землю. То есть до Луки у сегодняшних живых организмов была еще масса других общих предков, но только по-

томки Луки дожили до наших времен. Лука – это как древний египтянин или миноец: он явно появился не на пустом месте, но про то, что было раньше, известно так мало, что школьные учебники по истории Древнего мира туда даже не заглядывают.

Самое главное неизвестное в истории жизни на Земле – что было до Луки. Исследования этого вопроса, в общем, не что иное, как гадание на кофейной гуще, пусть и с навороченными приборами. Ученые задаются не столько вопросом «Как жизнь возникла?» (ответов на такой вопрос искать просто негде), сколько вопросом «Как в принципе могла возникнуть жизнь?». Если конкретнее, то какой может быть теоретическая последовательность событий, ведущая от атомов и случайных, «неживых» химических реакций к первой известной форме жизни «современного» образца – Луке. Для такого спонтанного превращения неживого в живое есть специальное слово: **абиогенез**.

О шансах урагана на сборку боинга

На первый взгляд, сама идея такой «случайности» смехотворна. В повседневной жизни мы не сталкиваемся со случайностями, в результате которых из пыли вырастают многоэтажные здания, а ураган, проносящийся по свалке, собирает «Боинг-747». Последнее – ходовой аргумент креационистов, якобы сводящий абиогенез к абсурду.

КСТАТИ

В советские времена пользовалось популярностью определение жизни по Фридриху Энгельсу: «Жизнь – способ существования белковых тел»⁷. Это цитата из любопытного спора о происхождении жизни.

Источник – комментарий Энгельса к статье биолога Морица Вагнера, опубликованной в 1874 г. Вагнер, опираясь на размышления великого химика Юстуса фон Либиха, доказывает, что жизнь подобна материи, ее невозможно создать или уничтожить, она всегда есть, всегда была и, наверное, есть везде. Вот на Нептуне, например, наверняка все кишит бактериями. (Планета Нептун названа в честь римского морского бога, потому что выглядит синей, как будто покрытой сплошным океаном. Сегодня мы знаем, что, хотя на Нептуне действительно есть вода, к жизни он совершенно непригоден, а своим цветом обязан не океану, а облакам метана⁸.)

Энгельс на это с презрением обзывает Либиха с Вагнером дилетантами и заявляет, что создать жизнь с нуля – пара пустяков, надо только научиться синтезировать белки. Вот полная цитата:

«Жизнь – это способ существования белковых тел, существенным моментом которого является постоянный обмен веществ с окружающей их внешней природой, причем с прекращением этого обмена веществ прекращается и жизнь, что приводит к разложению белка. <...> Если когда-нибудь удастся

составить химическим путем белковые тела, то они, несомненно, обнаружат явления жизни и будут совершать обмен веществ, как бы слабы и недолговечны они ни были»³.

Интересно, что для Энгельса жизнь – это белок плюс метаболизм. (Еще интереснее, что смерть – «разложение белка».) В остальном в споре между Вагнером, Либихом и Энгельсом обе стороны сегодня смотрятся наивно. Конечно, никто из них ничего не знал про гены, ДНК и механизм наследственности, поэтому в принципе не мог адекватно судить о происхождении жизни. Но эта пропасть знания, отделяющая нас сегодняшних от современников Энгельса, гораздо шире, чем генетика. Ученым 1870-х гг. казалось, что клетка есть сгусток белка, что от простой клетки – бактерии, например – рукой подать до неживой материи. С общим развитием биологии и особенно с появлением электронных микроскопов стало понятно, что любые, даже самые примитивные, клетки настолько сложны, что «составить химическим образом» клетку с нуля в обозримом будущем можно даже и не помышлять.

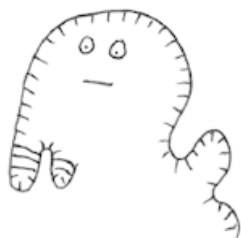
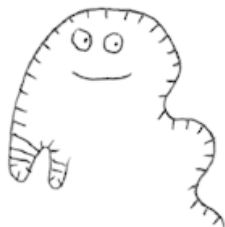
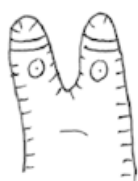
Что вообще такого уж дикого в сборке боинга ураганом? Дело не в принципиальной способности спонтанных событий порождать нечто сложное – дело в том, *насколько* сложным должно быть спонтанное событие, породившее жизнь. Самое известное свидетельство того, что ураганы в принци-

³ Энгельс Ф. Диалектика природы. – М.: Госполитиздат, 1952. С. 244.

не могут что-то собрать на свалке, — это знаменитый эксперимент Миллера — Юри, который в 1953 г. показал, что, если в замкнутой колбе долго греть и бить током простейшие молекулы, из них образуется масса сложных и интересных органических соединений⁹. Если бы в колбе у американского химика Гарольда Юри и его студента Стэнли Миллера возникли целые клетки, то боинг был бы собран, а вопрос о происхождении жизни фактически решен. Но даже получившиеся у них аминокислоты и сахара — это огромный шаг от неживого к живому, и мы точно знаем, что этот шаг возможен.

Метафора «боинга, собранного ураганом», озвучивает другую проблему. Дело не в том, что на свалке нет нужных исходных деталей или что вихрь физически не может собрать самолет, эти возможности предусмотрены самим включением свалки и урагана в метафору. Свалка — источник вещества, где, если поискать, можно найти все, что требуется. Ураган — внешний источник энергии, обладающий достаточной силой, чтобы поднять и столкнуть между собой нужные детали. Проблема не в слабости урагана или отсутствии деталей, а в том, что ураган *не знает*, какие детали как сталкивать. Он не обладает информацией, нужной для правильной сборки боинга, — а это огромное количество информации, описывающей каждое сочленение каждой детали, каждую химическую связь. А если не знает ураган, то *кто-то*, следуя логике метафоры, должен знать. Но между абиогенезом и случайной сборкой боинга ураганом есть

несколько принципиальных отличий. Во-первых, никто не утверждает, что боинг, то есть Лука, должен был собраться разом, в один этап. Наоборот, совершенно очевидно, что его сборка шла постепенно, от более простых вариантов к более сложным, причем подавляющее большинство собранных конструкций быстро развалились и были забыты. Во-вторых, каждый из успешных вариантов обладал способностью собирать свою собственную копию. То есть протобоинги должны были быть не столько примитивными самолетами, сколько боингособирающими роботами. Наконец, нет никаких оснований полагать, что ураган пронесся по свалке всего один раз. Вполне возможно, что ураган длился миллиарды лет, все это время концентрируясь на одной и той же свалке.



Все это растягивает метафору боинга до неузнаваемости, но существенно упрощает мысленную гимнастику вокруг происхождения Луки. Если представить, что определенная и не очень сложная комбинация деталей на свалке создаст в результате машину, которая ездит по свалке и собирает себе подобные машины, то такую машину достаточно собрать один раз, дальше цикл сборки станет самовоспроизводящимся и размножающимся, а со временем случайные изменения приведут к разнообразию и постепенному изменению машин-потомков. Это решает главную проблему урагана-сборщика: отсутствие информации. Ураган не знает, что нужно собирать, но кто-то знает – так вот, самовоспроизводящаяся машина и есть этот кто-то. Она обладает информацией (собственной структурой), которую умеет воплощать в реальность (создавать такую же структуру), а все последующее – лишь постепенные изменения этой исходной информации.

Машина для производства себя

Короче говоря, чтобы представить происхождение жизни, совсем необязательно представлять, как из камня и воды возникает готовая клетка с ДНК, РНК и белками. Представить себе нужно самую простую самовоспроизводящуюся машину, которую только возможно представить, а потом

придумать, что за ураган (источник энергии) и на какой свалке (источник вещества) мог такую машину породить. Этим и занимаются исследователи абиогенеза: пытаются найти простейшую систему самовоспроизведения и придумать ей реалистичное место рождения.

Даже это, впрочем, задача изрядной сложности. Происхождение Центральной догмы – это как загадка про курицу и яйцо, только с тремя компонентами. Чтобы из одного организма сделать другой, нужно удвоить его ДНК, РНК и белки. Чтобы сделать ДНК или РНК, нужны белки. Чтобы сделать белки, нужны РНК и ДНК. Представить, что одна из этих молекул появляется случайным образом из неживых компонентов, еще можно, хотя и тут нужно много фантазии. Но представить, что все три молекулы появляются случайно независимо друг от друга и самопроизвольно сливаются в свой сложнейший многоступенчатый танец, – это уже слишком. Нужно более простое начало.

Сегодня наибольшей популярностью пользуется идея о том, что таким более простым началом, предшествующим Луке и Центральной догме, был так называемый РНК-мир^{10–13}. В основе этой гипотезы лежит уже упоминавшийся факт: РНК – это в каком-то смысле нечто среднее между белком и ДНК. Она может одновременно воспроизводить информацию (благодаря комплементарным свойствам своих нуклеотидов) и выполнять химические реакции (благодаря реакционной способности и склонности к сложным трехмерным

структурам).

ДНК – прекрасный архив информации. Она химически стабильна, а ее двойная спираль – встроенный механизм копирования. Но молекула ДНК ничего не умеет делать. Белки – идеальные машины, многофункциональные, как швейцарский нож. Но белки не умеют себя копировать: каждая молекула белка собирается с нуля на рибосоме. По сравнению с этими двумя молекулами РНК, на первый взгляд, проигрывает: архив из нее не очень хороший из-за нестабильности, а машина и вовсе посредственная, потому что всего с четырьмя похожими друг на друга деталями в функциональном смысле не разбежишься. Но РНК уникальна в природе тем, что она может быть и архивом, и машиной *одновременно*.

Именно поэтому РНК занимает центральное место в фантазиях биологов о происхождении жизни. Самый простой способ представить, как могла появиться Центральная догма, – это сначала представить себе самодостаточную, самокопирующуюся молекулу РНК, а затем то, как эта РНК обзавелась белками, научившись превращать свою собственную четырехбуквенную последовательность в совершенно новую, более многофункциональную цепь из 20 аминокислот. Это открыло перед РНК невиданные возможности для оптимизации собственных функций, включая производство более стабильного, двухцепочечного архива – молекулы ДНК.

КСТАТИ

РНК-мир – ни в коем случае не установленный факт, а только гипотеза: при написании этой книги, например, мне пришлось отбиваться от знакомых эволюционистов, яростно и вполне убедительно доказывающих, что первыми должны были появиться не нуклеиновые кислоты, а белки, то есть что Берцелиус со своим термином «протеин» («первовещество») попал в точку.

Если же все-таки следовать мнению большинства и верить в РНК-мир, можно сказать, что РНК – это исходная форма жизни, главным событием в истории которой стало изобретение белков^{14, 15}. В современной клетке почти все важное делают белки, а РНК в основном просто переносит генетическую информацию. Но некоторые из наиболее древних клеточных машин сохранили в себе, как предполагается, следы добелкового мира, в котором РНК сама выполняла химическую работу. Главная из таких машин – рибосома, станция производства белка.

Рибосома – это конгломерат из нескольких десятков молекул, включающих РНК и белки, но первенство в синтезе белка принадлежит именно РНК¹⁶. Рибосомная РНК ответственна за самую главную ступень процесса: формирование пептидной связи, то есть связи между двумя аминокислотами в растущей цепи белка. Другая РНК, называемая транспортной, выступает в качестве переносчика аминокислоты. Она подставляет нужную аминокислоту под растущую цепь белка в зависимости от того, какое трехнуклеотидное «слово» в данный

момент проходит сквозь рибосому в составе матричной РНК, с которой белок считывается.

Сказать, что в ходе трансляции одни РНК берут другую РНК и делают на ее матрице белок, — преувеличение, но не слишком большое. То есть в истории жизни вполне можно представить себе момент, когда доселе самостоятельные РНК научились производить на своей основе белки и заложили тем самым основу будущей Центральной догмы.

В общем, если возможен абиогенез РНК-мира, имея миллиард-другой лет и долю фантазии, можно получить все остальное. Поэтому ключевые вопросы о происхождении жизни на сегодняшний день сводятся к следующим: возможна ли самодостаточная, самокопирующаяся РНК? Если да, то могла ли она появиться случайно? Если да, то где?

Ответ на первый вопрос, похоже, утвердительный. Даже не имея в распоряжении миллиарда лет, ученые умудрились искусственно создать РНК-систему, неограниченно воспроизводящую саму себя без участия белков или каких-либо других молекул^{17, 18}. Нюанс в том, что система эта состоит не из одной самодостаточной молекулы РНК, нанизывающей нуклеотид на нуклеотид, а из нескольких молекул, чья совместная деятельность замкнута в цикл самовоспроизведения: каждая молекула делает что-то свое, но в сумме получается копия всей системы.

Это не сильно усложняет гипотезу происхождения жизни.

ни, даже наоборот, так реалистичней. Вместо рождения одной-единственной волшебной молекулы, которая внезапно начинает копировать себя, проще представить бульон из случайных, разнообразных молекул, каждая из которых исполняет какую-то случайную химическую реакцию^{19–21}. Большинство из этих реакций никуда не ведут, но в один прекрасный день возникает такая комбинация реакций, которая приводит к собственному началу, то есть замыкается в цикл. Поскольку при таком варианте молекулы – участники цикла будут удваиваться, со временем их станет больше, чем молекул с «бесполезными» свойствами.

На мой взгляд, гипотеза каталитического РНК-цикла – самая правдоподобная версия происхождения жизни на Земле. По такой версии, жизнь возникла в то мгновение, когда на свалке молекул случайная комбинация химических реакций замкнулась в кольцо и тем самым впервые закрутила колесо непрерывного воспроизведения информации, не останавливающегося до наших дней.

Второй вопрос – могла ли РНК появиться случайно? – требует решения нескольких проблем. Нужно, чтобы случайно появились нуклеотиды, отдельные «буквы», детали РНК. Нуклеотид, конечно, проще, чем целая РНК, но все равно довольно сложная молекула, и долгое время его самопроизвольное происхождение без участия белков-ферментов, синтезирующих нуклеотиды в современном живом организме, казалось маловероятным. Это один из аргумен-

тов в пользу первичности белка: аминокислоты проще, чем нуклеотиды, поэтому спонтанное появление белков требует меньше воображения, чем появление РНК. Тем не менее недавние исследования²² показывают, что ядро нуклеотида может эффективно собраться из очень простых компонентов в условиях, напоминающих условия древней Земли. Но и этого мало. Нужно чтобы нуклеотиды самопроизвольно объединялись в цепочки достаточной длины. В современных организмах это происходит только при *копировании* ДНК или РНК – то есть, чтобы сделать длинную цепочку, нужен исходник в виде другой длинной цепочки. Но как могли появиться первые длинные цепочки?

Здесь принципиальным может стать ответ на третий вопрос: где именно могла появиться РНК? Возвращаясь к метафоре с боингом, свалкой и ураганом, место действия должно отвечать определенным условиям: в нем должно быть достаточно нужного вещества (свалка) и достаточно внешней энергии (ураган). Есть и другие условия: например, место должно быть в водной среде (иначе никакие биологические молекулы работать не умеют), но при этом обладать пространственными ограничениями (иначе они бы просто рассеялись по океану). В идеале место происхождения РНК еще должно как-то решать задачу синтеза длинных цепей.

Потерянный город

Есть масса версий о месте рождения жизни. По одной версии, например, РНК появилась во льдах^{23–26}. Физико-химические свойства льда таковы, что он может решить проблему длинных цепочек (они стабильнее при низких температурах) и пространственных ограничений (в смеси воды и льда вещества рассеиваются гораздо меньше, чем просто в воде). Но лед проблематичен как источник веществ (не совсем понятно, откуда брать исходному материалу) и энергии (при низкой температуре все химические реакции идут медленнее).

По другой версии, жизнь появилась в «маленьком теплом пруду» – эту фразу придумал еще Дарвин²⁷.

Классику виделся резервуар воды, в котором накапливались неорганические вещества, как накапливается соль в кастрюле, из которой выпаривают воду. Современные сторонники версии «пруда» считают, что исходные органические вещества – стройматериалы для будущей жизни – могли быть занесены туда метеоритами²⁸. Такой маленький пруд решает проблему вещества и пространства, а дополнительная энергия – солнечный жар и электричество молнии – позволяет этому веществу превратиться в живое. А. И. Опарин в 1930-е гг. дополнил дарвиновскую идею «первичного бу-

льона» концепцией коацерватов – сгустков вещества, напоминающих взвесь капель масла в воде²⁹. В его представлении, коацерваты позволяли веществу концентрироваться в еще более мелких объемах, чем «маленький пруд», и в конечном итоге эти сгустки превратились в полноценные клетки. Ни Дарвин, ни Опарин, впрочем, никак не объясняют, каким образом могли появиться первые самовоспроизводящиеся молекулы.

КСТАТИ

«Еще Дарвин» – это такой особый персонаж любой книги про эволюцию, который все всегда придумывает раньше других. У него есть брат «Даже Дарвин», тоже человек больших талантов. Они как «старожилы», которые никогда ничего не помнят независимо от контекста и географического положения.



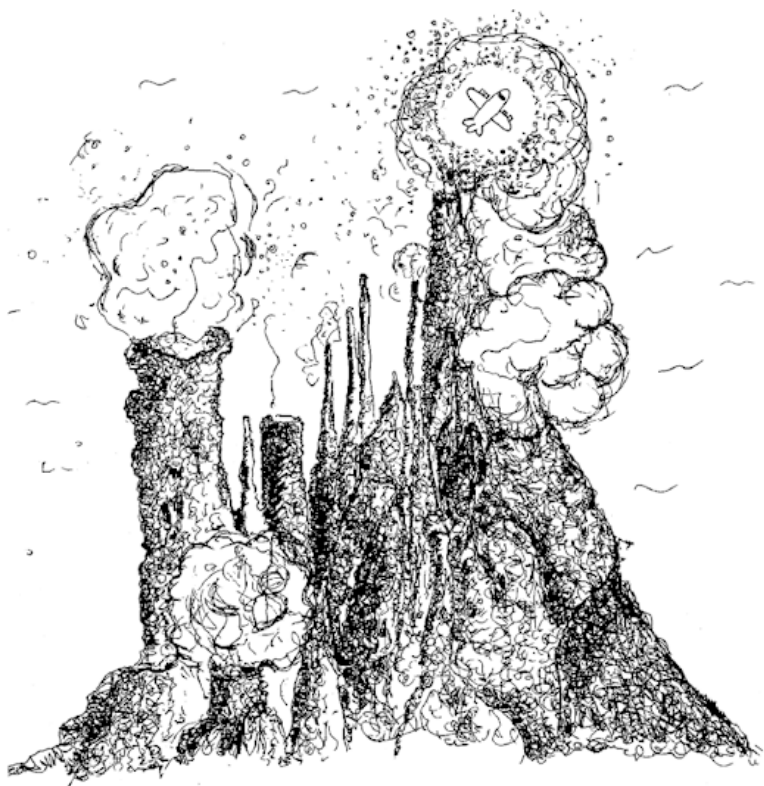
Даже Дарвин



Еще Дарвин

(Близкие родственники Чарльза)

Сегодня есть несколько версий того, откуда эти молекулы могли возникнуть. Наиболее популярны в качестве кандидатов на роль колыбели жизни разные формы гидротермальных источников – подводных или прибрежных гейзеров, через которые из недр земли сочится горячая вода^{11, 30}.



Вода в гидротермальных источниках богата разнообразными минералами, откладывающимися на месте разлома в виде труб и столбов. Минералы существенно расширяют спектр возможных молекул и их превращений. Гидротермальные источники – настоящие химические реакторы. С одной стороны, подземный жар дает им энергию, причем на промежутке от кипящего центра до холодного океана в них найдется любая оптимальная температура, а сам перепад может иметь принципиальное значение для перемещения взаимодействующих молекул. С другой стороны, толща гидротермальных «столбов» обычно пористая, что решает проблему пространственных ограничений наподобие опаринских коацерватов: микроскопические пустоты могли служить замкнутыми лабораториями для разработки первых биомолекул. Наконец, гидротермальные источники по своим физико-химическим свойствам напоминают активированный уголь: к ним все липнет. Сложные молекулы оседают на поверхности пустот в пористой толще, а это, в свою очередь, во много раз повышает вероятность химических реакций между ними^{31–34}, и таким образом потенциально решается проблема возникновения длинных цепей РНК.

Вполне возможно, что роль гидротермальных источников в истории жизни на планете еще значительней. Там вполне мог жить, например, наш универсальный дед Лука. По разным причинам с подводными гейзерами связывают проис-

хождение и клетки³⁵, и обмена веществ³⁶, и даже зачатков фотосинтеза³⁷ – все это принципиальные события в истории жизни, о которых пойдет речь в следующих главах. Вполне возможно, что гидротермальные источники были главным местом обитания живых организмов на протяжении миллиардов лет.

Для визуального примера можно взять «Потерянный город», открытое в 2000 г. «гидротермальное поле» на дне Атлантического океана^{30, 38, 39}. По своим химическим свойствам оно больше других источников подходит под прототип «инкубатора жизни»⁴. Это погруженный в вечную тьму «город» из труб, столбов и целых «соборов» высотой с 20-этажный дом. Сегодня эти источники – настоящие джунгли, населенные полчищами разнообразных микроорганизмов.

Возможно, в похожем подводном «городе» начинается и наша история. В будущих главах речь пойдет об эволюции – главном свойстве живой природы, определившем наш путь из глубин древности в современный мир. В этой главе я хотел показать, что эта живая природа существует не вопреки, а благодаря неживой. В свойствах атомов видны истоки обмена веществ и энергии. В нуклеотидах и аминокислотах

⁴ С этим согласны не все. Версия о подводных гидротермальных гейзерах конкурирует, например, с версией о грязевых котлах, наподобие встречающихся сегодня на Камчатке. Это тоже горячие источники, но наземные. Некоторые ученые считают, что возникновение первых нуклеиновых кислот, а также первых клеток проще всего представить именно там^{40, 41}.

виден фундамент Центральной догмы, несущей гены из прошлого в будущее. Гидротермальные источники тоже воплощают в себе многие идеи, в дальнейшем впитанные живой материей: химическая сложность, внешний источник энергии, замкнутое пространство, ограничивающее свое от чужого.

Как бы ни изменялось в будущем наше представление о начале жизни на Земле, мне нравится думать про «Потерянный город» как памятник самому великому событию во Вселенной – происхождению живого из неживого. Пожалуй, единственное, что я с уверенностью знаю про абиогенез, – это то, что он состоялся. И от этого у меня захватывает дух.

2. Хорошая идея

Послушайте!

*Ведь, если звезды зажигают –
значит – это кому-нибудь нужно?*

Владимир Маяковский

Предшественник Роберта Фицроя на посту капитана «Бигля» не выдержал тяжелого перехода через Магелланов пролив и застрелился в своей каюте после затяжной депрессии¹. Дядя Фицроя, видный государственный деятель виконт Каслри, перерезал себе горло перочинным ножом, то ли отчаявшись из-за обвинений в содомии², то ли в припадке паранойи³. Неудивительно, что тема психического здоровья беспокоила и самого Роберта Фицроя, 26-летнего капитана британского флота с благородными корнями и блестящими перспективами. Отправляясь в экспедицию к берегам Южной Америки, он решил, что будет гораздо спокойнее, если ему компанию составит напарник. Желательно столь же благородный и блестящий, как и он сам. Образованный джентльмен, с которым можно было бы скоротать время, разделить ужин и научную дискуссию.

Он предложил должность такого просвещенного компаньона кембриджскому профессору ботаники и минералогии

Джону Стивенсу Генслоу, но тот отказался от командировки на край света, якобы сжалившись над женой⁴ (впрочем, правильно сделал: вместо запланированных двух лет «Бигль» болтался по Южному полушарию целых пять). Взамен себя Генслоу предложил снарядить в экспедицию 22-летнего ученика по имени Чарльз Дарвин.

Но Фицрой колебался. Встретившись с Дарвином, он пришел к выводу, что тот слишком хил и малодушен для серьезного испытания морем. Дело в том, что Фицрой был ярким физиогномистом⁵. Физиогномика – это учение о том, что черты лица человека отражают его внутренние качества. Человека можно видеть насквозь, если только владеть специальным искусством оценки носов и бровей. Фицрой этим искусством, как он считал, владел и ясно видел, что вот у этого студента совершенно неприемлемый нос картошкой. Но в конце концов скрепя сердце все-таки взял Дарвина на борт своего корабля.

«Бигль» отчалил из английского порта Плимут, взяв курс в сторону Южной Америки, 27 декабря 1831 г., и Чарльзу Дарвину немедленно стало плохо. («Страдания, которые я испытал от морской болезни, я не мог себе даже представить» – напишет он потом в письме отцу⁶.) История умалчивает о том, что в этот момент думал Фицрой, которому вместо благородного джентльмена всучили хилого юнца с отвратительным носом.

Роберт Фицрой – интересный персонаж. По большей части Дарвин с Фицроем на «Бигле» уживались и даже поддерживали отношения после экспедиции. Капитан Фицрой, может, и вошел бы в историю как дарвиновский Вергилий, проводник сквозь джунгли и океаны, если бы не Оксфордские дебаты. Эти дебаты, вне всякого сомнения, самый кинематографичный момент в истории теории эволюции – чистейшее воплощение ее противостояния консервативной религии. Фицрой в нем предстанет в другом амплуа.

Бульдог

Я делал свою кандидатскую работу в лаборатории буквально в трех минутах ходьбы от оксфордского Музея естественной истории, где развернулось это столкновение сторонников Дарвина с защитниками религии и церкви. Музей, тогда известный как Университетский, – просторный, светлый, неоготический храм, с центральным залом, обрамленным колоннами из разных пород камня, добываемых в Британии, и со стеклянным потолком на чугунном скелете. Своей слегка странноватой монументальностью, как и многое в Оксфорде, он достоин сравнения с Хогвартсом. (Посреди музея, например, расположен единственный вход в совершенно другой музей – Питта Риверса, – который выглядит, как будто Эрмитаж упаковали в помещение размером со школьный спортзал.) У меня всегда было твердое ощущение

ние, что Музей естественной истории построен специально для той эволюционной битвы, которая состоялась в день его открытия в 1860 г. Оксфордские дебаты считаются историческим моментом поворота человечества от теории разумного творения к теории эволюции.

После путешествия на «Бигле» прошло 30 лет. Дарвин – знаменитый натуралист, который только что опубликовал теорию эволюции путем естественного отбора. Это не из тех случаев, когда великую идею полвека никто не замечает: дарвиновская теория произвела фурор, как только увидела свет. О ней говорило все просвещенное человечество, и часто на повышенных тонах.

Точных записей дебатов, к сожалению, не осталось, поэтому любые описания приблизительны. В программе несколько выступлений, защищающих разные точки зрения. На стороне эволюционистов звезда – не сам Дарвин, а лондонский биолог Томас Гексли, самопровозглашенный «бульдог Дарвина», этим своим хлестким погонялом навечно вошедший в историю. На стороне церкви – Сэмюэл Уилберфорс, оксфордский епископ. Зрителей человек 500, а то и 1000. Это настоящий научный батл, каких в современном мире просто не бывает: максимум, чего можно ожидать от недоброжелателей на сегодняшней научной конференции, – это едкие комментарии, завуалированные под вежливые вопросы. Здесь же яд бьет фонтаном! Пожилой и важный Уилберфорс издевается над Гексли, намекая, что тот – внук обезьяны;

молодой и дерзкий Гексли рубит в ответ, что лучше он будет внуком обезьяны, чем образованного человека, позволяющего себе вести подобные речи, и так далее. В переполненном музее стоит такой шум, что никто ничего не слышит⁷.

И вот на этом фоне слово дают не кому-нибудь, а самому Вергилию 30-летней давности, Роберту Фицрою, уже не молодому капитану, а контр-адмиралу. На фоне сдержанного и язвительного Уилберфорса Фицрой своей страстью буквально взрывает зал. Он трясет Библией над головой, взывает к толпе, проклинает Дарвина и его выдумки и стенает о том, сколько страданий причинила ему их публикация⁸. Гексли в ответ на его речь высокомерно отрезает, что книга Дарвина – логическое перечисление фактов. Мол, там нечего и обсуждать.

Фицрой действительно был глубоко верующим человеком и защитником прямой интерпретации Библии. Это, по всей видимости, мало отразилось на его отношениях с Дарвином во времена их совместной экспедиции, но вот лживое, опасное, по его мнению, «Происхождение видов» 30 лет спустя просто вывело его из себя.

Никакого независимого суждения не подразумевалось, поэтому, кто победил на самом деле, не определить никак. Но, поскольку в последующие десятилетия сторонников теории эволюции стало больше, чем ее противников, в историю вошла их версия событий: молодые и дерзкие разрушители устоев торжествуют над Библией и ее заскорузлыми защит-

никами. Что до Фицроя, то он во всем околodarвиновском фольклоре последующих лет стал архетипом религиозного консерватора.

Ненависть к эволюционной теории продолжала его терзать. У Фицроя и без того были проблемы с психическим здоровьем, возможно, из-за дурной наследственности. В совокупности с финансовыми трудностями все это привело бывшего капитана «Бигля» к тому концу, которого он так хотел избежать. Через пять лет после Оксфордских дебатов он перерезал себе горло бритвой⁹. *Sic transit gloria mundi*.

Коллекционер вьюрков

Полное название главной книги Дарвина, из-за которой, как из-за красной девицы, столкнулись наши герои в 1860 г.: «О происхождении видов путем естественного отбора, или сохранение благоприятствуемых пород в борьбе за жизнь». То есть суть «Происхождения видов» не в собственно происхождении видов, а в том, что виды происходят путем естественного отбора. Это как сокращать поздравление «с днем рождения» до «с днюхой».



Ньютону упало на голову яблоко, Архимед принимал ванну, а пифагоровы штаны на все стороны равны. У Дарвина, к сожалению, такой сценки для третьеклассников нет, потому что свою теорию после возвращения «Бигля» он мусолил у себя в кабинете 20 с лишним лет, так что эффектного момента не получилось. И все-таки если выбирать, то ближе всего к пифагоровым штанам у Дарвина – галапагосские выюрки.

Галапагосы – вулканический архипелаг к западу от Эквадора. Галапагосские острова появились относительно недав-

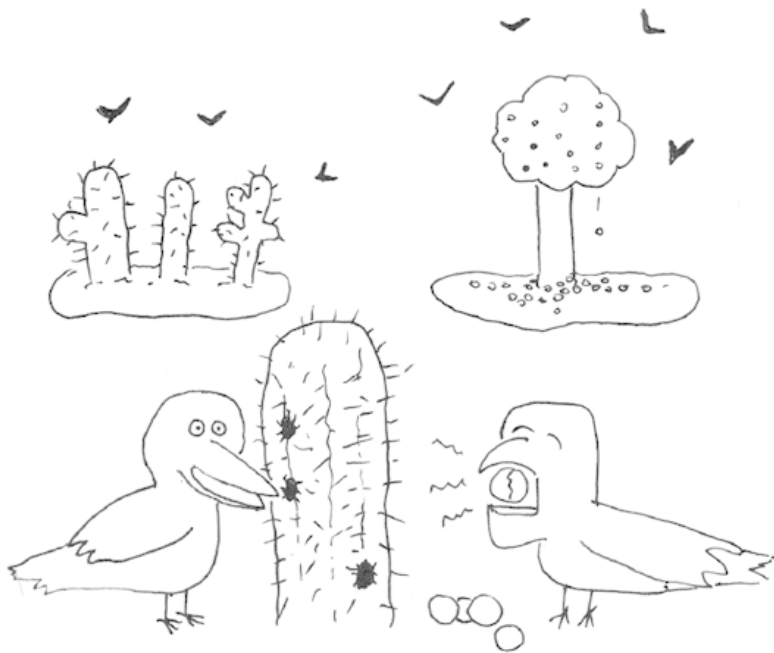
но и никогда не были в контакте с Большой землей. Все, что там растет, бегают и летает, туда занесено. Острова расположены достаточно близко к материку, чтобы иногда туда кто-нибудь залетал, но достаточно далеко, чтобы это происходило редко. По отношению друг к другу острова тоже расположены на значительном, но преодолимом расстоянии.

Дарвин внимательно и систематически исследовал флору и фауну Галапагосов, в те времена это означало, что он сшил в гербарий каждое увиденное растение, а также палил по птицам и коллекционировал их многочисленные тушки (птиц он собирал, как покемонов, по десять штук в день, судя по письмам, с большим энтузиазмом). В числе прочего Дарвин скопил огромную коллекцию выюрок, птиц размером с воробья.

Выюрок на Галапагосских островах почему-то было очень много, больше, чем других птиц. Но самое интересное даже не в их количестве, а в том, что на каждом острове выюрки слегка отличались, особенно формой клюва. Одни клювы лучше подходили под ловлю насекомых, другие – под растительную диету. Если же на одном острове встречалось несколько разных клювов, то они различались очень сильно. Например, один клюв большой и раскалывает орехи, а другой – тонкий и клюет кактусы.

Согласно популярной легенде, это наблюдение вызвало спор между Дарвином и Фицроем. Последний, мол, утверждал, что разные выюрки появились в результате разных

«очагов творения», каждый из которых учитывал условия разных островов. Там, где больше кактусов, Бог создал птицу-кактусоеда, а там, где больше орехов, – птицу-орехоеда. Дарвин же сомневался: что, если божий замысел тут вообще не при чем? Что, если разные выюрки оформились сами по себе, из одного общего предка, залетевшего с материка, в результате «происхождения с изменением»? (Дарвин предпочитал именно этот термин, *descent with modification* – слово «эволюция» даже в «Происхождении видов» используется только один раз, в последнем параграфе.)



Клювы галапагосских вьюрков
приспособлены под источник пищи

Вот он, момент рождения великой теории! Можно сочинять стишок для третьеклассников.

Как у Дарвина в кармане поселились два вьюрка,
У них крылья как блокнот, а клюв как трубка табака.



К сожалению, на деле все несколько менее кинематографично. Во-первых, сам Дарвин на Галапагосах только начал задумываться о своей будущей теории. Во-вторых, Фицрой никаких «очагов творения» не предлагал. В-третьих, по крайней мере часть из вышеописанных деталей жизни галапагосских вьюрков была обнаружена только по возвращении в Лондон¹⁰.

Дарвин не был орнитологом и считал вьюрков *подвидами*, причем, по-видимому, не сразу осознал, что разные подвиды живут на разных островах. Домой он вернулся с таким количеством тушек, что это было почти комично. Когда более сведущий орнитолог уверенно определил показанных ему вьюрков как 12 разных *видов*, это поразило как орнитолога, так и самого Дарвина¹¹

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

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

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