



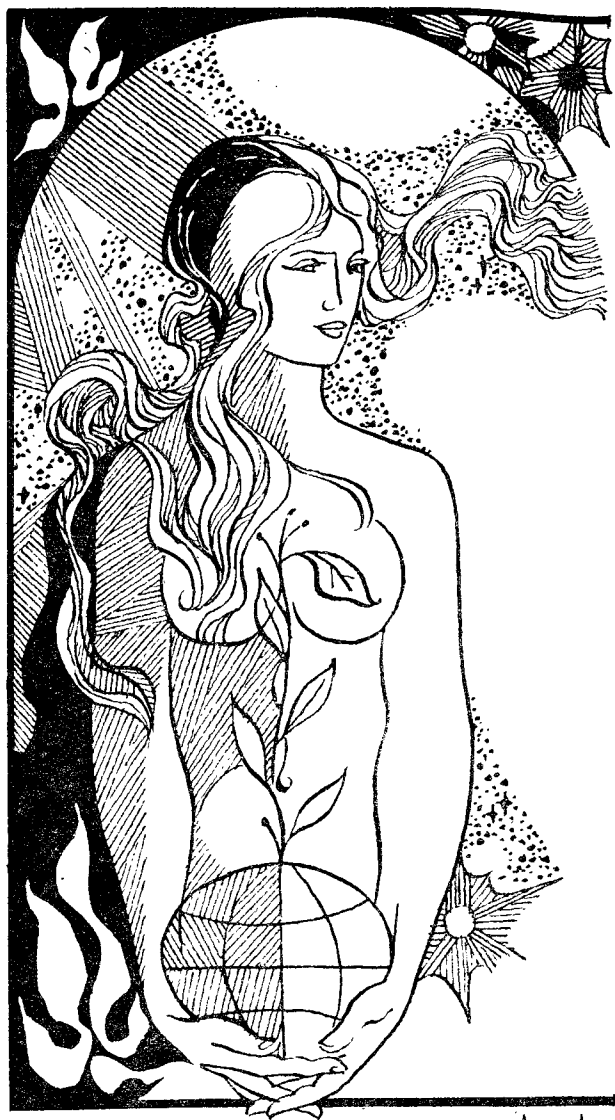
НАУКА
И ПРОГРЕСС

Валентин
Варламов

РОЖДЕННЫЕ ЗВЕЗДАМИ



Издательство
„Знание“



Валентин
Варламов
РОЖДЕННЫЕ ЗВЕЗДАМИ



ИЗДАТЕЛЬСТВО «ЗНАНИЕ»
Москва 1977

Варламов В.

B18 Рожденные звездами. М., «Знание», 1977.
192 с. (Наука и прогресс).

Органические соединения обнаружены в вулканических и магматических породах, молекулы нуклеиновых кислот найдены в метеоритах. Как они туда попали? А может, они и «родились» там? Нетрудно заметить в этом вопросе другой, более общий: каким образом произошел переход от неживого к живому? На самом деле — как? В этой книге, написанной в жанре научно-художественного повествования, сделана попытка представить картину мира в движении, развитии вверх по ступеням усложнения вещества вплоть до Человека. Поэтому крылатую фразу ученого: «Человек состоит из обыкновенного звездного вещества и вправе гордиться этим» — можно считать эпиграфом книги.

Для широкого круга читателей.

В $\frac{21005-081}{073(02)-77}$ 139—77

5A2.2



«ТЕПЛОТА И СТУЖА...»

Знания, которыми не располагали древние, были весьма обширны.

Марк Твен

Что такое тепло — знает каждый. Тепло — это когда не холодно. Наивно? Ну и что же: в обыденной жизни большего, пожалуй, и не требуется.

Однако всегда находились люди, которых по разным мотивам подобное объяснение не устраивало: их интересовала сущность явления.

«Теплота и стужа суть два приключения, которые в телах наибольшие изменения производят, и того ради зело того достойны, чтобы о них прилежное разсуждение учинено было».

Так писал анонимный автор в «Примечаниях на Ведомости», что изданы в Санкт-Петербурге не столь уж давно — в 1733 году. Сами же «прилежные разсуждения» учинялись, конечно, с глубокой древности. Да, действия живого существа вызываются грубой, насущной необходимостью в виде голода, холода и защиты от врагов — физическими потребностями. Но есть еще голод любопытства, не менее мучительный и присущий не только человеку. Даже лабораторная мышь, существо сытое и ухоженное, расширяет область изученного — иногда явно во вред себе. Что уж говорить о носителе интеллекта. Увидеть, объяснить, проверить — всегда было потребностью разума. А в такой важной области, как

взаимоотношения огня и человека, потребность эта должна быть особенно сильной.

Мы часто говорим: приручение огня, покорение огня. Прометей похитил его у Зевса и дал людям. Огонь — раб. И, как всякий раб, он грозен, если вырвется на свободу. Но можно сказать, что встреча огня и человека — взаимовыгодный союз. Человек поддерживал огонь. И огонь поддерживал человека. Огонь ослабил враждебное давление среды. Он не только защитил от врагов — от хищников. Он позволил перейти на иной способ приготовления пищи. Но самое главное — огонь дал тепло, постоянное, не зависящее от погоды. Он позволил человеку сэкономить силы и пустить их на что-то другое, — в частности, на отвлеченное мышление, не имеющее своей целью удовлетворение сиюминутных потребностей: бегать, хватать, дрожать и искать укрытия... Трудно представить роденовского Мыслителя дрожащим.

Огонь помог человеку стать на ноги. И человек закрепил положение — не мускулами, а развивающимся под защитой огня Разумом. Мы говорим: труд создал человека, пользование орудиями труда, с помощью которых можно изменять окружающую среду. И чаще всего представляем эти орудия только в виде дубины, каменного скребка и ножа. А огонь? Не есть ли он одно из важнейших орудий труда?

Так как же не думать древнему человеку о природе огня, о природе связанной с ним теплоты?

Но, пожалуй, проще было украсть огонь из зевесовой кладовки, чем найти ответ на мучивший человека вопрос. Поумневший человек ощутил себя прикованным к природе, словно к скале, цепями собственного незнания, и хищная птица любопытства бесконечно и очень чувствительно терзала его.

Эдгар По называл эту птицу наукой:

Наука! Ты дочь Древних Времен,
Изменяющая все вещи своим проницательным взором.
Зачем ты так мучишь сердце поэта,
Хищник, чьи крылья — банальные реальности?

Через очаги, древние жертвенники, через храмы огнепоклонников и весталок огонь — эта банальная реальность, наблюдаемая веками, пришел в философские построения. Гераклит за пять столетий до нашей эры уже называет огонь основой мира и смело объявляет: «...этот

космос, один и тот же для всего существующего, не создал никакой бог и никакой человек, но всегда он был, есть и будет вечно живым огнем, мерами загорающимся и мерами потухающим».

Мир — процесс, в котором все переходит в свою противоположность: теплое — в холодное, холодное — в теплое, влажное и сухое становятся друг другом. Так учили современники Гераклита. Вот она откуда тянется, эта мысль о «теплоте и стуже... которые в телах наибольшие изменения производят...»

Под воздействием огня тела нагреваются, кипят, сгорают. Тепло переходит в окружающие предметы. Это заметно на ощупь. Надо бы его измерить, это тепло, но как измерить то, чего не знаешь?

Как вообще проводятся измерения? Что-то сопоставляется с чем-то. А сама природа «чего-то» иногда остается неизвестной. Прадеды еще меньше нашего знали о природе земного тяготения. Различия между весом и массой, тайны гравитационных волн они оставили на рассмотрение потомкам. А сами очень аккуратно отсчитывали на безмене свои фунты с осьмушками. Вес товара сопоставлялся с весом эталона.

Где взять безмен для сравнения нагретых тел — не вечно же мерить ладошкой, на ощупь?

МОГУЩЕСТВЕННЫЙ ИНСТРУМЕНТ

Древний врач Гален, чьи «галеновы препараты» до сих пор занимают важное место в наших аптеках, в полном согласии с философскими концепциями своего времени развил учение о лекарствах. Если весь мир состоит из противоположностей, значит целебные вещества — часть этого мира — обладают противоположными свойствами. В лекарствах сочетаются теплота и холод, сухость и влажность. Каждое из этих качеств может быть выражено в различной степени. Гален выделил четыре степени интенсивности. И каждую разделил еще на три: начало, середина, конец. Например, присутствующая в лекарстве теплота начала первой степени не ощутима кожей. Но уже конец первой степени, или ступени, чувствуется как тепло. А четвертая ступень вызывает ожог: слишком много данного качества в веществе. Его можно

уменьшить, смешав несколько снадобий, придав смеси другие свойства, необходимые для больного.

Степень, шаг, ступень по-латыни — градус. Смешивание — температура, а полученная смесь — температура.

Еще бы градусник — и можно понять фразу: «В Москве ожидается понижение смеси до пяти ступенек...»

И градусник появился. Через полтора тысячелетия после Клавдия Галена: в 1592 году Галилео Галилей запаял один конец стеклянной трубки, опустил ее другим концом в воду, и по мере остывания воздуха в трубке вода поднялась вверх. Термоскоп — так был назван удивительный прибор. Он позволял «видеть тепло», пока еще не измерять, но видеть воочию, без ладошки, действие тепла.

Считается, что Галилей первым заметил и практически использовал свойство тел, в частности воздуха, изменять свой объем под влиянием нагревания или охлаждения. Однако Герон Александрийский, живший в самом начале нашей эры, именно на этом принципе создал эолипил — сложную конструкцию, которая автоматически открывала двери алтаря. В ней работал пар.

А в египетском храме было еще большее чудо. Статуя богини, стояло возжечь светильники, обильно изливала молоко из сосцов. Молоко было всамделишное. Богиня стояла на роскошном постаменте, а над нею высился купол, поддерживаемый колоннами. Жертвенные светильники нагревали воздух в герметизированном пространстве купола. Воздух расширялся и через потайную трубку в колонне поступал вниз, к основанию статуи. В основании, тоже герметичном, стоял бак с молоком и отводной трубкой — прямо к сосцам. Теплый воздух давил на поверхность жидкости. Молоко поднималось. Просто и впечатляюще. Чем не термоскоп?

Но задолго до всего этого в Древнем Вавилоне статуя бога при виде зажженного жертвенника начинала благословлять молящихся. И чем больше подливали масла в огонь, тем старательней жестикулировал бог. «Паровая машина» за два тысячелетия до своего официального рождения работала под полом храма, сотрясая тела и души посетителей. В ней тоже изменялся объем «рабочего тела».

И все же первым был Галилей. Вернее, его время. Потому что система знаний достигла того уровня, когда развитие данной области оказалось затруднительным без

измерения тепла. История науки часто встречается с подобным явлением: единичные достижения человеческого разума, не делающие погоды в системе знаний, потухшие в веках, и вдруг (это «вдруг» может тянуться десятилетиями) — множество вариаций на одну тему, независимых и зависимых исследований, проводимых разными людьми одновременно или почти одновременно. Иногда трудно найти первого. Иногда, особенно вблизи, неясно значение этого взрыва. Но проходят годы, и становится отчетливо видно: да, это был узловой момент в развитии системы знаний, в большей или меньшей ее области, и он многое здесь изменил, а «взрывная волна» повлияла на ближних и дальних соседей.

Для человека очень важно сказать что-нибудь первым. Но любое открытие — не только заслуга данной личности. Несмотря на талант и счастливое везение, каждый эффективный для человечества всплеск индивидуального разума чаще всего подготовлен общим развитием системы знаний: открытие должно быть сделано кем-то.

Уотсон и Крик опередили своих коллег в расшифровке строения ДНК — открытие века! — буквально на считанные дни. Великий Эйнштейн разработал теорию, которая, по его словам, «созрела для своего появления». Наверняка и Архимед выскочил из ванны со своим знаменитым «Эврика!» не совсем самостоятельно: его подтолкнули, даже не дав одеться. Все это отнюдь не умаляет личных заслуг и каторжного труда ни Уотсона и Крика, ни Эйнштейна, ни Архимеда, ни многих других первопроходцев на долгом пути познания.

Такое случилось на рубеже XVI—XVII веков с измерением тепла. Лавина работ по термометрии. Независимо от Галилея термоскоп изобретается голландцем Корнелием Дреббелем. Флорентийцы выкачивают воздух из трубки и заливают ее сургучом — перепады атмосферного давления перестали мешать исследованию. Падуанец Санкториус пробует применить термоскоп в медицине. Француз Жан Рей переворачивает его — и получается ныне знакомый нам прибор, правда, без делений. Но вскоре появляется сочинение Каспара Энса «О термометре, или дреббелевском инструменте, посредством которого исследуется градус тепла и холода, находящегося в воздухе».

Термометр! Значит, не только качественные, но и количественные показания. Хотя и не очень точные. Со шкалой еще предстояло помучиться. Например, итальянцы

приняли за постоянную точку отсчета самый жаркий день во Флоренции. Другие — среднюю температуру первых заморозков у себя дома. Термометры делают все. И каждый меряет по-своему. Но все чаще звучат предложения считать постоянной точкой температуру кипения или замерзания воды. «Тогда не будет необходимости посылать термометры из одного места в другое, чтобы сравнить наблюденную степень теплоты», — писал Гюйгенс. Ньютон предлагает использовать шкалу «от той теплоты, при которой вода начинает затвердевать», до теплоты человеческого тела, разбив эту шкалу на двенадцать частей. Почему двенадцать? Вспомните Галена: четыре градуса и в каждом три части.

Было еще много вариантов. Более близкие к нам по времени Фаренгейт, Реомюр предложили свои шкалы. И наконец, шведский физик Андрес Цельсий принимает в качестве постоянных точку таяния льда — сто градусов и кипения воды — ноль градусов. Осталось только перевернуть шкалу «вверх ногами» и... задуматься о том, что такое абсолютный нуль.

Но вернемся в XVII век. Наука получила термометр. Невидимое и неведомое начали измерять. Это было грандиозное событие. Недаром простенький прибор позднее назвали «могущественным инструментом в титанической борьбе между истиной и заблуждением». Этот инструмент с новой силой потребовал ответа: что мы меряем?

Что есть теплота?

ВЕЛИКОЕ ПРОТИВОСТОЯНИЕ

Человек по самой своей сути, по праву животного происхождения — материалист. Весь свой опыт он черпает из общения с реальным миром. И первое объяснение нового факта всегда материалистическое. Вот предок взял холодный предмет, поднес его к горячему — и холодный стал теплее. Он получил нечто, содержащееся в горячем. Это «нечто» просто обязано иметь реальную, вещественную природу: со времен своего животного существования человек так привык.

Столбик жидкости при нагревании становится больше по объему. Значит, тело увеличилось, оно восприняло из окружающей среды часть какого-то вещества. Если мы смешаем две жидкости, содержащие разное количество

теплоты, общее ее количество окажется неизменным. Именно так ведет себя вещество. Значит, теплота — это вещество, и, как всякое вещество, она неуничтожима, а только перемещается из одного места в другое.

Вещество теплоты называли теплородом.

Неприятности начались, когда теплород попытались взвесить. По той же привычной логике всякое вещество имеет вес. А вес холодного и нагретого тела оказался одинаковым, хотя нагретое тело смешалось с теплородом. Странно. Надо повысить точность измерений. Новые опыты. Результат тот же. Как должен поступить честный ученый? Чудо исключается. Следовательно, вещество теплоты не имеет веса. Но так ли уж нелогичен этот вывод в нашем странном мире, где горсть пуха почти невесома рядом с такой же горстью свинца, а нагретый воздух струится вверх?

Итак, теплород — особое вещество. Оно не имеет веса, оно проникает сквозь герметичную стенку и, насыщая поры нагреваемого тела, раздвигает его частицы, увеличивая объем.

Представление о теплороде оказалось весьма полезным: с его помощью были проведены многие крайне важные исследования. Оно было прогрессивным для своего времени, поскольку таинственная теплота обрела, наконец, хоть какое-то лицо. Блестящий поручик французской армии Сади Карно, чей «цикл Карно» наверняка огорчает современных студентов, безболезненно пользовался этим понятием. Приступая к «рассуждениям о всех мыслимых тепловых машинах», он писал: «Мы считаем здесь излишним объяснять, что такое количество теплорода или количество тепла (мы употребляем оба выражения без различия)».

Постойте! Ведь мы-то теперь знаем, что теплорода не существует. Как же можно с помощью неправильных представлений получить правильные данные?

Маленький пример. Есть в плотницком хозяйстве немудрящий прибор — трубочка, заполненная водой, с бегущим в ней пузырьком воздуха. Он позволяет очень точно определить горизонталь. Принцип его действия основан на представлениях о плоской Земле, а Земля-то — шар! Ну и что? В той области, где работает прибор, это не имеет значения.

В современных книжках принято оправдывать Сади Карно: он вроде бы понимал, что теплород не существует,

нельзя же допустить, чтобы такой вдумчивый ученый погряз в теплородной ереси. По-видимому, понимал. Но военный инженер не занимался теплородом. У него была другая задача: «Рассмотреть принцип получения движения из тепла... каково бы ни было вещество, пущенное в дело...» И представления о теплороде не помешали, а помогли в решении этой задачи, точно так же, как музейная астролябия честно поможет «определиться» современному мореплавателю.

А вот невесомость теплорода — совсем другое дело.

Если есть одно невесомое вещество — почему бы не быть другим? В мире столько неизвестного. И среди всего прочего целая группа невесомых флюидов. Они были совершенно недоступны для исследования.

Есть честное латинское: «Игнораamus...» — «Не знаем».

И есть пораженческое, как белый флаг сдающей армии: «Игнорабимус!» — «Никогда не узнаем!»

Мы уже видели, что тонкая субстанция идей ведет себя так же, как и весь грубо материальный мир: она развивается. И не всегда развитие идет «правильно», неуклонно в нужном для прогресса направлении. Оценку дают потомки.

Идея невесомого флюида обязана была развиваться до... до абсурда. Попасть в трясину легко: достаточно одного шага. Выбраться обратно трудно.

Теплородная теория зашла в тупик. «Игнорабимус!» — воскликнули отчаявшиеся среди ядовитых, невесомых флюидных туманов. Их охотно поддержали те, кто всегда был против знания, упоая лишь на веру: не знаем, не узнаем и знать не положено. Богу — богово. Ибо, как скажет позднее папа Пий IX, «науки не должны выходить за пределы собственной области, вторгаясь в область веры и ниспровергая ее».

...Поначалу это, пожалуй, выглядело шагом назад. Отказ от теплорода вообще. Поскольку трагедия началась именно с него. Нет какого-то особого вещества, частицы которого «распирают» нагретое тело. А что есть? Отталкивание частиц обыкновенного, рядового вещества. Под влиянием силы. Теплота — это сила. Новое? Да нет вроде бы. Аристотель считал тепло и холод причиной отталкивания и притяжения. А само представление о вечном движении неделимых частиц вещества тянется к Демокриту, Эпикуру, Лукрецию:

...Начала вещей во множестве многообразно
От бесконечных времен постоянным толчкам подвергаясь,
Тяжестью также своей гнетомые, носятся вечно,
Всячески между собой сочетаясь и все испытывая...

Говорят, что Демокрит пришел к своей атомной гипотезе, наблюдая священные статуи, золотые руки которых были истерты, «сношены» бесчисленными поцелуями страждущих. Однако только гений, обладающий величайшей научной смелостью, мог вот так, чисто умозрительно, прийти к выводу об атомном строении вещества.

И такую же смелость надо было иметь, чтобы заменить теплоту-вещество теплотой-силой.

Потому что сила, как ни говорите, понятие очень странное. Пожалуй, более странное, чем невесомое вещество.

...Праисследователь в охотничьем азарте метнул камень. Камень получил что-то от взмаха руки. Судить о «чем-то» можно только по эффекту. Зато эффект всегда налицо: камень получил и передал силу.

Силы многолики. Сильный зверь кинулся на тебя, но ты пересилил хищника. Съеденное тело зверя принесло с собой его силу. «Гроном убило» дерево. Сила грома.

Вот королева, возводя юношу в рыцари, мечом или пинагой прикасается к его плечу. Традиция, идущая от тех времен, когда вождь примерно так же посвящал своих соплеменников в охотников или воинов — «передавал» им свою силу.

Считается, что рукопожатие — жест мира: пощупай, в моей ладони нет оружия. Но поверженный противник или проситель, или кающийся грешник просто поднимают раскрытые ладони — издали видно, что они пусты. Для жеста мира не нужно прикосновения. Прикосновение — передача. Может быть, рукопожатие — это как бы обмен чем-то невидимым и действенным? Поделиться силой при встрече, дать силы при прощании — что может быть естественней для друга? И разве не ощущали вы совершенно явственно прилив силы от дружеского прикосновения?

В пору моего детства на Вологодчине деревенская родня непременно привозила с собой «гостинец» — грубое печиво от невеликих достатков. Ломоть, промерзший в розвальнях, вручался мне со странными словами: «На-ко, поешь папы, сразу сильнее будешь!» Речь шла вовсе не о том, чтобы я ел своего отца, поскольку тот сидел

рядом и с таким же почтением относился к этому всеобщему «папе», пришедшему из языческих времен, когда чтили бога — Солнце, дарующего жизнь и силу всему существу.

Сила — невидимое начало, проявляющееся в движении, в действии.

В абсолютно реальном и суровом окружении человека передача силы, движение одного предмета под воздействием другого настолько обязательны, что люди, ничего не зная о природе странного явления, привыкли использовать его и даже (чем дальше, тем больше) хитрить при этом. Создавать механизмы. Рука, снабженная палкой, — уже механизм, цепочка тел для передачи и преобразования движения. В принципе такой же, как и джунгли трансмиссий, населявшие цех в недавнем прошлом, на памяти живущих ныне.

И вот теплоту объявили силой. Это случилось во времена Ломоносова. А почему не раньше? Значит, время такое пришло, скажем мы привычно.

А что это за время?

XVII—XVIII века. Развитие мануфактур. Простейшая форма движения, механическая, все шире используется в промышленности. Растет число и сложность механизмов. Сила воды и ветра, сила мускулов и пружин передается через бесчисленные колеса и рычаги.

Царство часов. Повторяется уже знакомая нам картина, как с термометром. Историки говорят, что колесные часы были изобретены на рубеже первого — второго тысячелетий итальянским пастухом, впоследствии папой Сильвестром II. Есть подозрение, что будущий папа кое-что позаимствовал у арабов. Так или иначе, часы появились на свет и до середины XVII столетия с ними ничего особенно не происходило. Но вот сын Галилея придумал маятник. Гюйгенс оснастил часы пружиной. Часов стали делать много — уйму часов, великое разнообразие часов.

Но не просто часы. На часовой основе конструируются устройства очень высокого класса, по сей день вызывающие удивление и восторг. Десятки, сотни автоматов, вплоть до «механических людей». Роботы пишут и рисуют. Танцуют и играют на флажолете. Изящная девица, на многих камнях и хорошо смазанная, чуть слышно шурша колесиками, музицирует на клавишине, а потом встает, благодарно кланяется зрителям, и грудь ее трогательно вздымается от волнения...

Вот кусочек афиши лондонского часовщика, рекламирующего свой театр автоматов: «Храм искусств... перспектива города и гавани Гибралтар с движущимися кораблями и марширующими испанскими войсками. Также игра графа в реке и собака, ныряющая за ним, представлены как живые. В этой удивительной пьесе около ста фигур, представляющих движение как в жизни».

К чему все это? Забава? Не лучше было бы показать лицо эпохи в суровых цифрах? Таких, например: в 1652 году английскому правительству потребовалось 1835 пушек и 117 000 ядер, а ведь для всего этого нужны были и металл, и уголь, и всякие там механизмы.

Но Карл Маркс видел в часовых автоматах основу будущей промышленности. Наши поточные автоматические линии — дети и внуки «механической девицы». Характер забав — игрушек и зрелищ — лучше всяких цифр отображает шествие науки. В наше время — ракеты и электроника. Тогда — механика, королева века.

Купающийся граф с собачкой являл собой практическое торжество ее законов, признанных универсальными, правящими всем миром. Исаак Ньютон создает небесную механику. Кеплеровские дороги планет оказываются частным случаем учения Ньютона. Вселенная — самые большие часы, и детали их, от мельчайших колесиков-частиц до огромного колеса Галактики, жестко сцеплены друг с другом. Случайности исключаются. Во всем железный порядок. Широко известны слова Лапласа о том, что существо, знающее положение и скорости всех частиц Вселенной в данный момент, может абсолютно точно вычислить будущие события, вплоть до самых пустяшных.

Мы, живущие в нашем статистико-вероятностном мире, в мире, где всегда есть место неожиданностям, знаем, что Лаплас ошибался. Еще Эпикур в письме к Менекею утверждал: «В самом деле, лучше было бы следовать мифу о богах, чем быть рабом физиков; миф дает намек на надежду умиловления богов посредством почитания их, а судьба заключает в себе неумолимую необходимость». Эпикуру казалось, что даже движение атомов порой отклоняется от железного закона. И мы в данном случае симпатизируем его точке зрения. Но какова дерзость лапласовой мысли, уверенность во всемогуществе знания! Не напоминает ли это другую знаменитую фразу: «Дайте мне точку опоры...»?

Торжествующая механика имела такую точку опоры. Она опиралась на понятие силы. Вот в какой обстановке разыгрывалась теплородная трагедия.

А в промышленности тем временем появился новый работник, поначалу нелепый, как слон в посудной лавке. Он сулил мануфактурам возможность оторваться от берега реки, от движения воды, от мускульной силы. Паровой цилиндр Папена и огнедействующий насос Ньюкомена. Машины Ползунова и Уатта. В них работал пар. Пар создавала теплота. Теплород теплородом, он вполне устраивал в некоторых отношениях, но теплота явно проявляла качества силы. Силы немалой: один гроыхающий цепями огнедышащий журавль на откачке воды из шахты заменял пятьдесят лошадей.

И эта сила вела себя по законам механики. Но если в остальных случаях начальный побудитель движения очевиден: вот она река, в ней движется вода, и это движение передается колесу, то с теплотой сплошная неясность. Топка неподвижна, котел неподвижен, а дальше — знакомые правила движения. Как оно родилось? И родилось ли? Может быть, передано в скрытом виде? Рождается ли сила вообще?

Не год и не десять лет многими людьми и многократно решалась судьба теплорода.

Когда скончался Ньютон, шестнадцатилетний Ломоносов рыбачил у себя в Холмогорах. Потом он сменил свое сравнительно тихое Студеное море на свирепые штормы Океана знаний.

Опираясь на механику Ньютона и представления древних атомистов, на работы предшественников — Декарта, Гука, Бойля, Гюйгенса и современников — Бернулли, Эйлера, многих других, опираясь на всю систему знаний в объеме, доступном для энциклопедического ума, и не менее того — на свои собственные многочисленные опыты, профессор химии Михайло Ломоносов в 1745 году доложил Санктпетербургской Академии наук: «Таким образом, мы доказали... и подтвердили... что причиною теплоты является внутреннее вращательное движение связанной материи... В наше время причина теплоты приписывается особой материи, которую большинство называют теплотворной... Это мнение в умах многих пустило такие глубокие корни и настолько укрепилось, что повсюду приходится читать в физических сочинениях о внедрении в поры тел названной выше теплотворной ма-

терии... Поэтому мы считаем нашей обязанностью подвергнуть эту гипотезу проверке».

И снова, как вывод, после изложения тщательно продуманных опытов: «...нельзя приписывать теплоту сгущению какой-то тонкой, специально для этого предназначенной материи... теплота состоит во внутреннем вращательном движении связанной материи нагретого тела».

Как хочется воскликнуть: последний час теплорода пробил!

Но в лекциях, читанных через три десятка лет после работы Ломоносова, знаменитый шотландский ученый, химик и физик Джозеф Блэк говорит: «Многие немецкие и французские философы придерживаются мнения, что теплота — это колебательное движение частичек среды. Однако более вероятной является та точка зрения, согласно которой теплота — это род материи, состоящей из частичек, отталкивающих друг от друга».

Блэк не одинок. Очень живучи, по выражению Ломоносова, «смутные домыслы о некоторой бродячей, беззаконно скитающейся теплотворной материи».

Уже на границе XIX века Румфорд сверлит холодным тупым сверлом холодную болванку, погруженную в ящик с холодной водой. Зачем? Опять же чтобы доказать: никакого теплотворного вещества нет. «Изумление окружающих, — рассказывает он, — увидевших, что такая масса воды закипает без огня, было неопишваемым...»

Труден путь истины и мало похож на лапласовский механический порядок.

И все же теплород-вещество, огрызаясь, сходит в небытие. Взят очередной «градус» в познании теплоты: она оказалась тоже механической силой, только в «невидимом» состоянии, в форме вращательного или колебательного движения мельчайших частиц тела. Промышленность со спокойной душой впрягает эту силу в работу. Дело известное: сила огня передается частицам воды, они движутся быстрее, отталкиваясь друг от друга, образуется пар, он давит на стенки сосуда. Если стенки неподатливы — сосуд взрывается, если есть поршень — он выдавливается и толкает то, что нужно толкать. Как все просто и ясно!

А наука опять осложняет себе жизнь — такая уж у нее судьба. Можно представить себе, хотя и невидимые простым глазом, частицы воды. Но вот частицы огня... Считалось, что сутью огня служит особая субстанция —

флогистон. По некоторым данным флогистон даже обладал весом. Так, Роберт Бойль, помещая металлы в огонь, получал явную прибавку в весе: флогистон переходил из огня в металл. С фактами не поспоришь. Значит, есть они, таинственные субстанции, может быть, и недоступные для науки.

Михаил Ломоносов: «Природа весьма проста — что этому противоречит, должно быть отвергнуто».

Отвергнув своими опытами наличие теплорода, великий русский ученый не успокоился на этом. Сам принцип существования всей группы таинственных субстанций необходимо выбросить за борт!

«Деланы опыты в заплавленных накрепко стеклянных сосудах, чтобы исследовать, прибывает ли вес металла от чистого жару. Оными опытами нашлось, что славного Роберта Бойля мнение ложно, ибо без пропускания внешнего воздуха вес сожженного металла остается в одной мере. Этой теорией вполне устраниено мнение о засевшем в обожженных телах огне».

Вот оно как: не из огня, а из воздуха происходит прибавка в весе: элементы воздуха соединяются с металлом под воздействием «чистого жару».

Французский ученый Лавуазье тщательно исследовал процессы горения, обжига металлов. Да, воздух оказался не так прост: это смесь веществ, и одно из них — кислород — вполне заменяет собой таинственный «флогистонный газ». Горение — сложный процесс, но явления, наблюдаемые при нем, проще объясняются без участия флогистона: силой теплоты различные нормальные вещества соединяются друг с другом. Стал возможным строгий учет веществ, вступающих в такую реакцию. Факт огромной важности. Химия обрела твердую научную почву.

Антуан Лоран Лавуазье по праву считается творцом теории горения, «похоронившей» флогистон (не сразу, конечно).

А что же Ломоносов? Ведь он на семнадцать лет раньше провел такие же опыты. Ломоносов сделал другую работу. Он боролся против существования таинственных веществ вообще, и флогистон был лишь рядовым примером.

Кстати, сам Лавуазье писал: «Я не жду, что мои взгляды будут сразу приняты; человеческий ум привыкает видеть вещи определенным образом, и те, кто в течении части своего поприща рассматривали природу с из-

вестной точки зрения, обращаются лишь с трудом к новым представлениям».

И сам же не смог «обратиться к новым представлениям», не смог подняться на ломоносовский уровень обобщений. По Лавуазье, вода образуется так: водород плюс кислород минус теплород. И, конечно, никакого флогистона. Может быть, поэтому словари называют одного из них выдающимся химиком, а другого — гениальным ученым-энциклопедистом, создавшим в числе многих и славных дел новую науку — физическую химию, и теория Лавуазье заняла почетное место в этой науке.

Они трудились «на разных этажах» системы знаний. Лесенка на верхний этаж, где творил Ломоносов, вся на виду. Она выглядит так доступно со стороны. И оказывается не под силу многим даже очень талантливым людям. В этом нет вины людей. Просто таланты разные. И мерить эти таланты по величине тоже не всегда справедливо.

...А время идет. Первая половина XIX века. Привычные взгляды, о которых писал Лавуазье, вроде бы продолжают царить в умах.

Работают паровые машины — теплота превращается в видимое механическое движение. Существует химическая теория горения — жар огня изменяет строение веществ. Все это до поры до времени уживается и с флогистоном, и даже с теплородом. А уж флюидов — сколько угодно. И самый главный из них — жизненная сила, таинственный жар, запас которого человек получает при рождении.

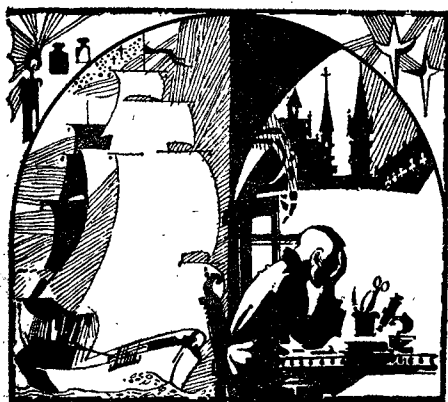
Это не может долго продолжаться. Слишком много противоречий.

Изученную часть природы иногда сравнивают с кругом: чем шире круг, тем больше граница соприкосновения с неизвестным: при решении одного вопроса встают десять новых. Это довольно безжизненное сравнение, поскольку оно предполагает, что уж внутри-то круга все спокойно. Однако природу в любой ее области нельзя изучить до конца. Глядишь, какая-нибудь внешне безобидная задача вынуждает пересмотреть существующие внутри круга каноны, потому что они не могут объяснить только что полученный результат.

Но каноны-то существуют, они сильны и яростно отстаивают свое господствующее место под солнцем. Так возникает знаменитая «драма идей». Так создается

система знаний — не круг, а волнующийся океан, в динамике, в развитии, в потрясениях. Эта странная система, обладающая некоторыми чертами самостоятельности, прочно связана с мышлением людей, с жизнью человечества, состоящего из отдельных личностей. Люди двигают науку, и наука воздействует на людей, причем довольно чувствительно.

Не всегда ломка привычных понятий исчерпывается вежливым компромиссом двух ученых коллег. Чаще бывает наоборот. И порою драма идей сопровождается драмой людей. Особенно в моменты, когда противоречия обостряются неимоверно, когда в Океане знаний назревает шторм. Когда открытие бывает сделано вовремя. Покажем это на судьбе одного человека, прямо относящейся к нашему рассказу.



ПОВЕСТЬ
О ЧЕЛОВЕКЕ,
КОТОРЫЙ
ЗАНИМАЛСЯ
НЕ СВОИМ
ДЕЛОМ

Жизнь принуждает человека ко многим добровольным поступкам.

Станислав Ежи Лец

Трудно рассказать о ком-либо совершенно бесстрастно. Даже официальная характеристика на ближнего своего, высшее достижение канцелярской сухости, грешит субъективизмом.

Мой рассказ будет намеренно пристрастным. Не с целью возвысить или унижить героя — он достаточно славен и слава его нерушима. Но судьба его тесно сплетается с великим открытием. Чтобы показать кусочек истории этого открытия, мне и нужны отдельные факты его жизни. А что он ел и какую носил прическу — меня не интересует. В моем рассказе человек присутствует постольку, поскольку является очень активной частью нашего мира, все элементы которого объединены сложной взаимосвязью — жизнь природы и общества, системы знаний и человека. Вот и выходит, что мой рассказ — все-таки о жизни.

В наше время закон сохранения и превращения энергии знают все. Даже изобретатели вечного двигателя. Роберта Майера знают многие: «Как же, как же, знаменитый физик. Он еще открыл этот самый закон. А потом сошел, кажется, с ума».

Вот и все. А подробное жизнеописание если уж кого заинтересует, можно найти его где-нибудь в библиотеке.

Несколько Майеров числятся по библиотечным каталогам. Начните искать среди них знаменитого физика Роберта Майера — и вас может постигнуть неудача. Есть Юлиус-Роберт Майер, врач. Впрочем, это не удивительно. Совмещение профессий в прошлом было распространено необычайно. Удивительнее другое. Когда читаешь его биографию, многие поступки героя кажутся странными — они логически не вытекают из предшествующего. Два имени у этого человека. И словно две линии жизни, противоречивые и сливающиеся в одну-единственную судьбу.

ГЕРМАНИЯ, ГЕЙЛЬБРУНН, XIX ВЕК

Спросите кого угодно в Гейльбрунне, и вам скажут: о, герр аптекар — весьма добропорядочный человек. Очень. Он имеет все, что нужно для уважения, — землю, дом и семью. И свое почтенное дело. Его жена фрау Майер... впрочем, что можно сказать о добропорядочной женщине? Ровным счетом ничего. Только то, что она добропорядочна.

Солидные гейльбруннцы больше всего на свете ценят добропорядочность. И чтобы каждый занимался своим делом. Потому так спокойно живет в Гейльбрунне. Прилежно стучат мельницы на реке Неккар, ссылая монету в просторные карманы владельцев, и им вторит стук пивных кружек воскресным вечером, и голубой дымок кнастера поднимается из фарфоровых трубок, и под сладкие звуки музыкальной шкатулки добрые горожане ведут неспешные беседы.

Добропорядочные люди рано ложатся спать. Если бы кому-либо взбрело в голову ночью вылезть из-под душевной перины и прогуляться по безмолвным улицам (поступок весьма странный для серьезного человека), он увидел бы, как само мироздание, подобно мельничному колесу, солидно вращается вокруг городской кирпичи, прочно насаженное на ее готический шпиль...

Все хорошо и правильно в этом мире, где каждый знает свое дело. И добрый немецкий бог знает свое дело тоже. Поэтому он наградил господина Майера хорошими сыновьями. Старший, Фриц, уже помогает отцу в приготовлении лекарств. Юлиус еще совсем ребенок, он родился в 1814 году. Но придет время — и он займется своим почтенным делом,

А пока — мальчик как мальчик. Днями пропадает на реке. Возится с игрушками. Не прочь сунуть нос в отцовскую аптеку и заглянуть на соседские мельницы. Умерен в шалостях, послушен. Правда, не везет с друзьями. Он тянется всей душой, но нет такого сверстника, который открыл бы ему свое мальчишеское сердце. Может быть, потому, что уж больно Юлиус мягок. Даже простоват. Пожалуй, с ним неинтересно.

Учится так себе. Не любит древние языки — основу классического образования. Не любит поэзию. Не любит... Проще назвать, что он любит. Кататься на лодке он любит. Лентяй? Не скажите: в «прилежании и поведении» всегда «хорош». Тупица? Да нет же: одно время увлекся математикой — и был в ней «очень хорош». Но быстро охладел. Просто ему скучно все это. Разве мало таких детей?

Перешел из гимназии в теологическую семинарию. Может быть, божественные науки придутся ему по душе? Нет, лучше не стало. Кое-как доучился и бросил теологию.

Тюбингенский университет. Юлиус занимается теперь медициной. Только медициной. Физику не терпит. Философия — «сумасбродство». Да и в медицине звезд с неба не хватает.

«Телесные упражнения»: бег и плавание — вот это он уважает.

Что подделаешь, нет у человека, как говорится, искры божьей.

На восьмом семестре случилась неприятность. За участие в студенческом кружке был посажен в карцер. Ферейн «Вестфалия» и сам-то по себе был весьма невинным, а уж тюфяк Юлиус... Как он туда затесался? Однако время-то какое — тридцатые годы! Брожение умов и разгул реакции. «Член недозволенного сообщества», по мнению начальства, заслуживал карцера хотя бы для порядка. И тут случилось неожиданное. Покладистый студент объявил голодовку. Во избежание шума его немедленно исключили из университета.

Мюнхен, Вена, Швейцария. Юлиус кочует из одного университета в другой. С грехом пополам учеба закончена. Тогда тоже всем полагалось писать диссертации, даже еще раньше — при завершении университетского курса. Тему Юлиус выбрал, что называется, самую проходную: о глистогонном действии сантонина.

Судя по всему, диссертация не ахти как обогатила науку.

Первый шаг новоиспеченного доктора медицины и хирургии оказался опять-таки неожиданным. Он нанялся врачом на корабль. Этого не стоило делать. Сын уважаемых родителей должен был вернуться в родной город, занять тихое и теплое местечко, жениться, приумножать род свой...

Назначения Юлиус ждал в Париже. Посещал профессорские разборы всяких «клинических случаев». Больше вроде бы ничем не интересовался. Разве что карточными головоломками и разгадыванием ребусов: кроссворды еще не вошли в моду. Конечно, участвовал в веселых компаниях — юность есть юность. Но был весьма умерен в забавах, да и тесной дружбы по-прежнему ни с кем не завязал.

ЯВАНСКОЕ ЧУДО

Мартовским утром 1840 года голландское торговое судно «Ява» с корабельным врачом Майером на борту покинуло Роттердам. В дневнике молодого доктора пышные описания рассветных красот и звезд, отражающихся в воде. Возвышенная тоска по родине, оставленной за горизонтом.

Плавание было на редкость благополучным.

8 июля вдали показались вершины острова Ява. Медленно пройдя вдоль Зондского пролива, корабль отдал якоря на батавском рейде.

И тут, как бы сказали репортеры, наступил звездный час доктора Майера. Неприметный врач торгового судна неожиданно совершил одно из крупнейших открытий в теоретической физике.

Вот начало:

«Во все время стодневного морского плавания с людьми нашего экипажа, состоявшего из 28 человек, никаких тяжелых случаев заболевания не было; но спустя несколько дней по прибытии в батавский рейд обнаружилась эпидемия острого (катарально-воспалительного) раздражения легких.

При обильных кровопусканиях, которые я делал, выпускаемая из ручной вены кровь казалась такого ярко-

красного цвета, что судя по окраске можно было подумать, что это артериальная кровь».

Ну и что? Для опытных врачей такое не в новинку — много раз замечали под тропиками. Так и сказали юному коллеге.

Но вот его выводы:

«Мое утверждение — следующее: сила падения, движение, теплота, свет, электричество и химическое различие весомых веществ составляет один и тот же объект, только в различных формах его проявления».

В огороде бузина... В какой связи находятся оттенок крови у больного матроса и странное утверждение о единстве различных явлений природы? Как мог вообще доктор Майер рассуждать на подобные темы?

Это кажется чудом, и потому в повествованиях о Майере узловым момент его биографии сопровождается возгласами насчет необъяснимых тайн человеческой психики, гениальных прозрений, озарений — некая смесь восторга и мистики. Но сам Майер не любил чудес. Зато он любил повторять латинское изречение: *экс nihile nil fit* — ничто не рождается из ничего.

Всему должна быть причина.

ВОЗВРАЩЕНИЕ К ИСТОКАМ

Уверенно и неспешно катит свои воды работающая река Неккар.

Сотни мальчишек шатаются летними днями в окрестностях Гейльбрунна. Многие из них мастерят водяные колеса: интересно наблюдать, как работает вода. Некоторые идут дальше в своих играх. Они оснащают самоделку передачей: пусть и колесо трудится. Совсем как на заправдашней мельнице.

Но одному из них этого мало, его одолевает странная для десятилетнего мальчика мысль: а можно ли передавать движение бесконечно?

Ох уж эти мысли! Словно движение колес в песенке Шуберта, они уведут аптекарского сына «вслед за водой, все дальше, все дальше...» Все дальше от добротного гейльбруннского счастья.

Экс nihile nil fit.

Аптекарь Христиан Майер, прежде чем заслужить высокое одобрение гейльбруннцев, достаточно поскитался по

городам и службам. Говорят, был даже в Швейцарии; для обывателя-домоседа это очень далеко и опасно: того и гляди, на разбойников нарвешься, да и мыслей дурных нахвататься можно... Словом, хлебнул лиха и в тонкости познал мудрое аптечное дело, связанное по давней традиции не только с медициной.

Лекарственное сырье поставляют все три великих царства природы: минеральное, растительное и животное. Фармакология, фармакогнозия, фармация требуют больших знаний в химии, физике, ботанике, зоологии, минералогии... даже географии. Недаром в доме — обширные «естественно-исторические коллекции». Хороший аптекарь того времени — специалист весьма широкого профиля, а кроме того — носитель разносторонней культуры. Христиан Майер был хорошим аптекарем.

Энтузиасты утверждают, что нет людей бесталанных. Есть пропавшие таланты. Нормальный ребенок, как губка, впитывает все, что ему преподает окружающая среда. Иногда среда попадает в точку: у ребенка проявляется талант. В других случаях она промахивается. Для людей нет садовников, писал Сент-Экзюпери, в каждом из них, может быть, убит Моцарт. «Один только Дух, коснувшись глины, творит из нее Человека».

Соседи толкуют о ценах на пшеницу и железоскобяные изделия, о прибылях и экономии. Майерам тоже не чужды эти разговоры. Но, кроме того, отец и старший брат обсуждают новомодную химическую теорию горения, удивительные опыты современных ученых. В аптечных комнатах тоже творятся чудеса — в царстве огня и растворов совершаются загадочные превращения веществ. И нормальный ребенок под влиянием всего этого развивается в заданном направлении.

Но Сент-Экзюпери прав только наполовину: даже розы вырываются из-под контроля садовника. Индивидуальные способности человека настойчиво требуют выхода.

Юлиус-Роберт обладал великолепной памятью. Наверняка еще до гимназии одолел значительную часть школьных премудростей. Ему действительно было неинтересно учиться. И все-таки мало иметь хорошую память.

Есть знание активное и пассивное, мертвый груз и деятельная сила, будоражающая мышление.

Вот характеристика Майера, оставленная его одноклассниками,

До глупости честен и наивен. Неистощим в цитатах из древних авторов. Остроумен и оригинален в беседе. Фейерверк мыслей, поспешно и неожиданно развиваемых.

И заключение: многих смешил, многим не нравился.

В нем словно и впрямь живут два человека под разными именами. Один — вяловатый, наивный и безучастный. Другой — пылкий, порою язвительный, чаще погруженный в себя, в свои мысли, далекие от гимназического курса. С таким человеком действительно трудно дружить. Он не укладывается в привычные рамки поведения: никогда не знаешь, что ожидать в следующую минуту. Пожалуй, он чудаковат. Чудаки же не всегда нравятся людям, сознающим собственное превосходство — превосходство «здорового смысла».

Юлиус-Роберт Майер обладал особым складом мышления, позволившим ему преодолеть привычные, устоявшиеся взгляды на природу и подняться по лесенке обобщений на новую ступень (вспомним Ломоносова и Лавуазье). Говоря словами его биографа, у него была «повышенная и более совершенная степень обыкновенных... способностей созерцания и логических заключений».

Для преодоления высоких ступенек лесенки Майер предпринял многое, очень многое, но это ускользало от внимания окружающих. Нельзя сказать, что Майер получил физическое образование. Он сам, по-своему, блестяще образовал себя. Потому-то он презрительно называет косный университетский курс физики «полузнанием» — ее положения следует забыть поскорее, они тормозят мысль. Так же чужды ему запутанные философские построения — он ищет ясности и математической простоты в устройстве мира (впоследствии скажут: химия и физика спасли его от метафизики). Но и математика сама по себе не в чести у Майера. Он считает ее лишь подсобным орудием, привлекаемым по мере надобности. И, когда возникла эта надобность, берет уроки у своего знакомого.

Зачем ему, скромному медику, ну, скажем, работа Дюлонга «Вычисление удельных теплоемкостей упругих флюидов»? А он, по всему видно, знал ее; существует обоснованное предположение, что юноша в бытность свою в Париже промеж «клинических случаев» и карточных фокусов знакомился с последними, самыми свежими экспериментами уважаемого профессора Политехнической школы. А с чем он знакомился в Вене, Мюнхене,

Швейцарии? «Вторая жизнь» юного Майера во многом скрыта от внешних взоров. Он явно идет к какой-то цели, отличной от занятий медициной. Ради этой цели копится огромный фактический материал. Раскованное мышление, свободное от мертвых канонов, неустанно и по-своему тасует это сборище фактов, почерпнутых из разных, далеких друг от друга источников.

Не этой ли внутренней работой объясняются странности в поведении Юлиуса-Роберта, отмечаемые многими: мягкий и вспыльчивый, равнодушный и упрямый, посредственный и одержимый?

А кроме того, надо заниматься медициной: это и часть необходимых Майеру знаний, и надежная профессия, дающая возможность заниматься любимым делом, ведь он не богат. Это и уважение окружающих: он хочет стать почтенным гейльбрунцем и «жить как все». Совместить две свои сущности. Но все отчетливее за скромной фигурой врача Юлиуса вырисовывается талантливый естествоиспытатель Роберт Майер.

И вот, наконец, трехмесячное плавание. В багаже корабельного доктора немало книг, тщательно отобранных. В дневнике его не только романтические красоты:

«Безмятежное состояние духа, которым я наслаждаюсь на корабле, располагает меня особенно к научным занятиям и даже вдали от людей одинакового со мной настроения дает полную возможность радостно коротать дни, не пропуская ничего интересного...»

Наверное, впервые в жизни Майер оказался настолько сам с собой, вне всяких контактов. Кругом только море и небо. Команда занята своим делом, он — своим. У него, если хотите, творческий отпуск. Редкая возможность для мыслительной работы в направлении, которое, вероятно, не прерывалось с детских лет, даже в годы занятий мертвыми теологическими доктринами. Вначале это было неосознанное любопытство, выросшее из детских впечатлений на реке Неккар и в отцовской аптеке. Потом явный интерес. Потом концентрация внимания на одной-единственной проблеме.

Механическое движение и теплота. Теплота и химические реакции. Теплота и живой организм. Везде теплота и еще что-то непохожее друг на друга. Или похуже?

Все предыдущие годы подготовки, месяцы плавания, посвященные сведению воедино всего накопленного мате-

риала, «неотступное думание», по выражению И. П. Павлова, должны были каким-то образом проявиться.

«Кое-какие проблески истины, как молнии, начали рассеивать туман... я с неослабным вниманием продолжал развивать эти зачатки истины дальше и дальше, они вели меня к новым предметам...»

Вот примерный ход его рассуждений.

Венозная кровь выглядит светлее, чем в северных широтах. Она похожа на артериальную. Значит, в ней много кислорода и он используется не весь. У второго, у третьего, у десятого больного. Почему? А на что он вообще расходуется? Работы Лавуазье показали, что он связывается с другими веществами в ходе химических реакций. Вспомните образование воды по Лавуазье: водород плюс кислород, а минус — теплород. Бог с ним, с теплородом, но главное — кислород вступает в реакцию, а теплота выделяется. В организм поступают кислород и пища. И то и это расходуется. А возникает тепло. Тепла на юге надо меньше.

«Для поддержания одинаковой температуры в человеческом теле развитие теплоты в нем необходимо должно находиться в определенном количественном отношении с потерей ее, следовательно, с температурой окружающей среды, и потому как развитие теплоты и процесс окисления, так и разница в цвете артериальной и венозной крови в жарком поясе должны быть меньше, чем в странах более холодных».

Феномен объяснен. Вступает в силу «повышенная способность логических заключений».

Пища сгорает в организме. Ее можно сжечь и вне его. И другое топливо можно сжечь. Выделится тепло. Но уголь, сгорающий под котлом, рассеивает меньше тепла, когда машина работает. Часть его «силы» переходит в движение. И свет, падающий на живое растение, нагревает его меньше, чем неживую поверхность. Свет превращается в химические связи веществ пищи. Химические связи — в работу и теплоту.

Пища становится источником движущей силы в организме. Тогда при чем тут непознаваемая и таинственная «жизненная сила», о которой взалб кричат виталисты? Есть только одно движущее начало, общее для всего мира, и оно превращается в различные, но простые и познаваемые силы. Экс нихиле ниль фит. Организм черпает силу из внешней среды и, видоизменив ее, возвращает среде.

Роберт Майер всю жизнь искал простоту — в человеческих отношениях, в изложении мысли, в законах природы.

«Величественное и широкораскинувшееся здание опытных наук поддерживается немногими столбами. История поучает, что нужны были тысячелетия, пока испытующему духу человека удалось найти основы наук, на которых и возведено было высокое здание в сравнительно короткий срок. И однако эти основные положения до того просты и ясны, что открытие их во многих отношениях напоминает о яйце Колумба».

Он был и прав, и неправ насчет здания, возведенного на немногих столбах. Всеобщих, универсальных законов, управляющих материальным миром, действительно не так уж много. Но он ошибается, уподобляя науки зданию, то есть чему-то завершенному, возведенному раз и навсегда. Процесс познания бесконечен. Пожалуй, система знаний больше напоминает океан, вечно волнующийся и живой, — сегодня он не тот, что вчера. И сама его жизнь подчинена немногим законам, поскольку он — часть нашего мира, бесконечно разнообразного в деталях и единого в своей основе.

Поиск простоты, как всегда, оказался полезен.

Должны быть числовые зависимости между разными «силами», простые и однозначные «искомые краеугольные камни точного естествознания». Майер нашел эти числа: тепловой эквивалент работы и механический эквивалент теплоты.

Теплоту оказалось возможным измерять в килограммометрах.

Итак, силы не исчезают и не рождаются, они просто превращаются друг в друга: «Силы и материя — неуничтожаемые объекты. Этот закон, к которому можно свести наипростейшим образом отдельные факты, есть естественная основа физики, химии, физиологии и философии».

Обобщение завершилось. Система фактов и рассуждений, родившаяся еще на берегу детской реки Неккар, оцутимо блеснувшая на батавском рейде одним из многих своих этапов развития, привела, по словам Фарадея, к закону космического масштаба, «высшему из всех доступных человеческому пониманию физических явлений». Для своего времени, конечно.

Вернувшись из Ост-Индии, Майер занял-таки место «городового врача» в родном Гейльбрунне. Женился довольно выгодно. Отец помог купить дом. Налаживалась практика. Все вошло в желанную колею.

Но... знание — сила. Эта сила понуждает к действиям, мешает ее обладателю спокойно жить. Он показал свои записки кое-кому из ученых.

Ему посоветовали выкинуть бредни из головы и заниматься своим делом. Профессор Рюмелин, бывший однокашник, а ныне родственник по жене, отнесся внимательнее. Он рекомендовал прочесть Гегеля и основные положения натурфилософии, обратиться к учебникам — там все сказано, как должно быть. И после этого Майер, ликвидировав свою безграмотность, сам откажется от нелепых выдумок. Неблагодарный родич вернул книги непрочитанными: он не может осилить философских премудростей, «даже если бы ему пришлось читать их сто лет».

Первая статья «Заметки о силах неодушевленной природы» отправлена в лучший физический и химический журнал, в знаменитые «Анналы Поггендорфа». Статья нашлась в архиве через тридцать шесть лет. Потом один из ученых будет недоумевать: «Непонятно, как могло случиться, чтобы в таком хорошо осведомленном по всем областям физики журнале и такой ученый муж, как Поггендорф, могли не понять, какая драгоценная статья им прислана».

«Непонятно, как могли не понять...» В 1842 году ее напечатали в другом журнале, и ничего не случилось. Ее вроде бы не заметили. Через три года появилась вторая работа Майера «Органическое движение в связи с обменом веществ», ныне знаменитая. Публиковать ее пришлось уже за свой счет. На сей раз статью заметил профессор физики и химии Пфафф. Он сказал, что автор не понимает истинной сущности физических сил, ибо им приличествует свойство неисчерпаемости. А тут — неучтожаемость.

Через три года очередная публикация Майера «Динамика неба», и снова за свой счет. В ней захоластный врач опять развивал свой нелепый принцип. Это становилось уже неприличным. Но все тактично промолчали. Потом заговорили о Джоуле: английский ученый установил механический эквивалент теплоты! Это замечательно!

В мае 1849 года в «Аугсбургской газете» Роберт Майер отважился напомнить, что и он сделал то же самое, и давно уже, и намного больше сделал... Через неделю появилась разгромная статья за подписью приват-доцента Зейфферта (есть сведения, что такого доцента вообще не существовало в природе). Почтеннейшую публику предостерегали от некоего Майера. Он не понимает азов науки. Его идея о превращении сил противоречит здравому смыслу и не имеет ничего общего с передовыми идеями англичанина о единстве сил (вот тут и разберись!). Он даже не физик, он никто, он просто лекарь.

Статья возымела эффект. Роберт Майер выбросился из верхнего окна своего дома. Злопыхатели утверждают, что это случилось в очередном припадке безумия. Доброжелатели рассказывают, что он тяжело болел лихорадкой и был в бреду. Где она, грань между нормой и патологией у отчаявшегося человека?

Все обошлось, как говорится, более или менее: отделался хромотой на всю жизнь. Только ли хромотой?

А в доме сгущались тучи. Родня восстала против человека, который занимался не своим делом. Первую скрипку играл тесть: он выдавал дочь за перспективного добытчика денег. Жена внушала детям, что их папаша просто дурак. Сокращалась и так небогатая практика. И ползла, ползла по городу черная молва. «Городовой врач» превращался в местную потеху, в юродивого.

Обманным путем его привозят в заведение медицинского советника фон Целлера.

— Говорят, вы отыскивали что-то вроде квадратуры круга? — вкрадчиво улыбнулся просвещенный коллега.

Год в смиренном кресле. Жесткие боли в позвоночнике и крестце. Раны доходят до костей.

— Настаивает ли пациент на своем нелепом утверждении, что теплоту можно мерить какими-то там килограмметрами?

Нет, пациент больше ни на чем не настаивает. Пусть этим занимается знаменитый Джоуль, кто угодно, не сидевший связанным в цвангштруле культурного психиатра. Пациент сломлен и физически, и нравственно. Его можно выпустить на попечение семьи.

Тихий, потухший возвратился Майер в свой дом. Он даже не пытался жаловаться. Нормального человека год пытали, у него вырвали отречение от идеи. Но кому докажешь? И родных жалко, хотя они тоже участники пре-

ступления: христианин должен прощать ближних своих...

Обзавелся кругом новых знакомств. Далекие от ученого мира и почтенных гейльбруннцев, любители распить бутылочку, покалякать о том, о сем. А на дворе — 1854 год. Где-то далеко, на другой планете, его идея победила — без него. Джоуль гордится своими заслугами. Гельмгольц отзывается о Майере весьма сдержанно. Клаузиус не видит в его работах ничего важного. Новые имена. Новый значительный шаг в учении о теплоте. Уже странное слово «энтропия» появилось на свете.

Майера прочно забыли. Настолько, что в справочнике Поггендорфа за 1863 год значится: умер в доме умалишенных в 1858 году. Но потом будто спохватились. Ему присуждают, несмотря на справочник, премию Понселе во Франции, медаль Королевского общества в Англии. Почетный диплом академии в Турине. И еще и еще — даже в самой Германии какой-то ученый диплом. «Таких бумаг у меня столько, что я мог бы оклеить ими комнату», — печально шутил Майер.

В 1867 году, к двадцатипятилетию своего открытия, воскресший автор осмелился издать сборник своих работ.

Нет, не забыли Роберта Майера! Нападки возобновились с такой силой, словно ненависть копилась все годы молчания ученого: хватило на всю его жизнь и даже больше.

Под рождество 1877 года гейльбруннский неудачник серьезно заболел. «В Датском государстве попахивает гнилью», — процитировал он Шекспира, ставя себе роковой диагноз.

Он умирал три месяца. Но и перед концом остался таким же, что и всю жизнь: тянулся к людям, был бесконечно ласков в общении и сдержан в жалобах.

Говорят, что последние дни родня хорошо относилась к нему. И на том спасибо...

Ученый скончался. Вместо некрологов — ругательные статьи. Сам профессор Рюмелин, дорогой родственник и однокашник, разразился циклом поносных публикаций. В них доказывалось очередной раз, что и студентом-то Майер был ненормален, и на фотографии патологически угрюм, и ничего-то порядочного в жизни он не сделал. Появляются карикатурно извращенные портреты ученого.

За что?

Было бы так просто и заманчиво обругать всех скопом: затхлый мир против героя, несущего новое. Труднее искать причины. Не оправдать, но объяснить, понять, почему «мир» так накинулся на героя. Да и был ли герой-то? Человек со многими слабостями, весьма пассивный в защите добытой истины, непоследовательный в поступках. Он мог замахнуться и не мог ударить. И это, пожалуй, раздражало еще больше. А причин для раздражения и так было предостаточно.

«Физики, с которыми он был в сношениях, и слышать не хотели о нем,— пишет сдержанный Гельмгольц,— и едва мог он добиться, чтобы первое сжатое изложение его идей проникло в печать». А дальше многозначительно добавляет: «...то же самое через несколько лет пришлось испытать и мне».

Действительно, сам великий, всезнающий Поггендорф отверг статью Майера.

Куда уж выше!

Статья написана ужасным, ненаучным языком. Так разговаривают швабские простолюдины, но в прославленном научном журнале есть свои каноны. И тогда, и теперь — теперь даже больше — молодой ученый не имеет права говорить в науке «своим» языком, а маститый уже не может, он к «профессорскому» стилю привык. И это до некоторой степени разумно, поскольку позволяет экономить воображение, не отвлекаясь от смысла статьи.

Смысл. Рукопись Майера, по заключению Поггендорфа, не содержала значительных экспериментальных данных. Следовательно, не имела научной ценности. Вряд ли при этом Поггендорф особо размышлял о «лесенке, ведущей на верхний этаж». Слишком много работ, слишком важно побыстрее опубликовать новые факты, почерпнутые в опытах из необозримой кладовой природных тайн.

Но помимо фактов, составляющих, как известно, воздух ученого, желательно умение дышать этим воздухом. К. А. Тимирязев в своих «Общедоступных чтениях» рассказывает о французском ученом, который в Парижской академии как заслугой похвалялся тем, что за всю жизнь не высказал ни одной идеи. Только наблюдал и описывал.

Наверняка это был преданный науке человек, самоотверженно делающий свое нелегкое дело.

Однако поскольку без идей все-таки не проживешь, подобный исследователь пользуется готовыми, утвердившимися до него представлениями. И порой неплохо получается.

Вот ученый такого рода профессор физики и химии Пфафф читает очередную статью Майера. Она противоречит вызубренным, а может быть, и творчески освоенным идеям. Теперь это уже идеи Пфаффа. Но они стареют. «Истина — дочь времени», — говорил Леонардо да Винчи. И Пфафф, неглупый человек, согласен с этим утверждением. Во всем, кроме своей собственной истины. Он вырос на ней, заматерел и сросся с нею — легко ли обратиться к новым представлениям? Он поучает Майера: «Не теплота производит движение, а наоборот — движение теплоту». Казалось бы, какая разница, все равно происходит превращение сил, однако в профессорском изложении идея теряет свою «всеохватность», универсальность, а зарвавшийся лекарь — правоту.

За окном профессорского кабинета шумят паровые машины. Сукно профессорского мундира сделано не без участия теплоты, производящей движение. Ну и что? Поди разберись, где Пфафф честно боролся за истину и где отстаивал честь мундира: если каждый неуч будет вмешиваться, из науки получится хаос.

«Герр профессор сказал...» Для многих, а для обывателя особенно этого достаточно. Роберт Майер может бросаться из окна.

Но его трагедия усугубляется еще более. Мало ему было физических процессов, он приложил свой — теперь уже греховный — принцип к объяснению тайн живого. Вот его строки, которые, по мнению Тимирязева, изменили отношение всего ученого мира к злополучному гейльбрунцу: «...допущением какой-то гипотетической жизненной силы пресекается путь к дальнейшему исследованию и делается невозможным применение точной науки к учению о жизни».

Возмущенным виталистам он грубо советует погреться у печки, которая бы давала тепло, полученное ею при рождении.

Он уподобляет живой организм банальной машине, безо всяких флюидов, заложенных свыше.

Да как он посмел! Хорошо еще, что инквизиция уже

свернула свою деятельность. Осталось только заведение медицинского советника фон Целлера. Да, обывателю есть пища для разговоров, и слабоумие доктора Майера выглядит как довольно мягкий приговор в устах почтенных горожан.

Обыватель не терпит, если кто-то, не имеющий власти и денег, отличается от него. И название города тут ни при чем, и время тоже. Вспомним хотя бы историю одного афинянина.

Имя Сократа настолько прославлено, что мы нечасто задумываемся: а чем, собственно, занимался этот человек? Потому что Сократ — сплошное сияние, мы поднимаем шляпу и бежим дальше. А он пришел к выводу: философия, объясняющая мир, бездейтельна — она не может вызвать даже маленький дождик. Чтобы от нее была практическая польза, надо изучать природу мудрости, законы человеческого мышления. И тогда можно исправить, улучшить человека. Чем он и занимался доступными ему способами.

И вот вы живете в Древних Афинах. И на вашей улице наискосок в запущенной развалюхе обитает некий Сократ. Без определенных занятий, без нимба, только афинское солнце отражается в обширной лысине. Неприятный человек. Он нигде не служит, день-деньской шатается по улицам и пристает к почтенным людям.¹ И сейчас, в данный момент, вы лениво наблюдаете, как он подходит к меняльной лавке. Не с целью валютных операций. У него гроша ломаного нет за душой, но в тени лавки стоят двое афинян. Добропорядочные люди. Они выкушали амфору доброго кносского и мирно беседуют о некоторых достоинствах новой рабыни или, скажем, обсуждают спортивные новости — Сократу все равно, он непременно вяжется в разговор.

Своим грубым простецким языком, с которого, по словам Платона, не сходят какие-то выючные ослы и дубильщики, он будет говорить на первый взгляд глупости, чем вдоволь потешит собеседников. Потом они ощутят некоторое беспокойство. Потом запутаются в возникшем споре и поймут, что они не умеют думать. Вам это было бы приятно? Вьедливый старик, неторопливо шлепая растоптанными сандалиями, уносит свой диалектический метод к следующим жертвам, а вслед ему летят кое-какие древнегреческие выражения.

И так с утра до вечера. А его супруга, всем известная

сварливостью Ксантиппа, бьется как рыба об лед, чтобы свести концы с концами, чтобы прокормить этого, скажем прямо, тунеядца, поскольку философия — занятие почтенное, если оно оплачивается. Вон посмотрите на софистов — живут люди! Уж лучше бы он продолжал лепить статуи, служить в армии, спекулировал бы по мелочи, если ума не хватает, но занимался делом, каким-нибудь делом! И когда очередной горшок с помоями, нацеленный опытной рукой, обрушивается на сияющую голову знаменитого диалектика, вы признаете, что Ксантиппа — прямо-таки выдающаяся мегера, но понять ее тоже можно.

Надо очень любить человека, чтобы повседневно и терпеливо сносить его гениальность.

Во все времена.

Я не сравниваю Майера с Сократом — они разные. Я сравниваю реакцию на их поведение. Майер выпил свою порцию яда из чаши, поднесенной Сократу публичным судом, где одних только присяжных было пятьсот человек. Может быть, среди них даже был кто-то и неподкупленный.

Такова сила ненависти обывателей, на чью неизбежную правоту осмелились покуситься.

И такова сила консервативного начала. Заматеревшие профессора, именующие себя учеными, почтенные сограждане, родня — их интересы совпали в одном: сохранить существующий порядок вещей — от привычной теории в науке до идущего еще от дедов уклада жизни.

Но, кроме тормозящего, стабилизирующего в любой системе, если она развивается, должно быть и движущее начало. Без этого нет жизни. Юные силы, всегда присутствующие в человеческом обществе, просто обязаны были сделать Майера, творца новой идеи, своим героем.

Героя из него не вышло — ему не хватало цельности. Одним из главных врагов своих был он сам, очень умный и очень ограниченный человек. То, что было за пределами избранного круга мыслей, его не касалось.

Он и сам, подобно своим согражданам, не желал изменений существующего порядка.

На глазах у Майера возникла великая эволюционная идея — учение Дарвина. Органический мир — застывшее скопище разрозненных частей — показан как единое целое, во внутренних взаимосвязях и развитии, подчинен-

ном единому закону. Как это должно быть близко человеку, который сам совершил гениальное обобщение, сам искал великую простоту естественных законов, взаимосвязь и единство явлений природы.

Майер усмотрел тут только одно: попытку свести жизнь человеческую к «борьбе за существование». И с негодованием отверг учение Дарвина.

Грозные сороковые годы XIX столетия. Германия охвачена восстаниями. Справедливый и пылкий Майер сидел дома. Лишь однажды покинул его. Родня велела ему съездить в лагерь повстанцев, уговорить старшего брата, чтобы тот вернулся и не позорил семью. Майера приняли за шпиона и чудом не расстреляли.

Можно возразить: не все ученые шли с ружьем на баррикады, а Майер вообще был аполитичен.

С первым можно согласиться, со вторым — нет. Общественные устремления Майера определены: он утверждал, что главное в обществе — авторитет католической церкви, опора незыблемого порядка.

Нет, не мог быть героем человек ограниченной мысли, обывательски отрицающий новое, смиренный и всепрощающий чем дальше, тем больше.

Герой тот, кто впереди всех. А в чем он был впереди всех? В открытии закона «сохранения и превращения сил»?

Насчет «сохранения сил» — сохранения количества движения — еще Ломоносов в письме Эйлеру говорил как о чем-то само собой разумеющемся. А «превращение сил» весьма убедительно обсуждается в работе Карно «Размышления о движущей силе огня», опубликованной в 1824 году.

Майер вывел механический эквивалент теплоты. Джоуль сделал то же самое почти одновременно с Майером, но по-своему и точнее. Возникший спор о приоритете уни-зил обоих ученых.

Может быть, Майер первым объединил процессы в неживой и живой природе, показал общий источник силы — Солнце? По этому поводу женеvский пастор Жак Сенебье высказался на полвека ранее, в 1791 году: «Я вижу, как моя кровь образуется в хлебном колосе... а древесина отдает зимою теплоту, огонь и свет, похищенные ею у Солнца».

Это не изящная фраза, брошенная мимоходом, а научный вывод автора трехтомного исследования в области,

которую мы теперь называем биологическим круговоротом вещества и энергии.

Можно привести, если покопаться, и другие более ранние примеры.

Извечный спор о приоритете, хотя для самой науки, для знания, право же, все равно, кто первый сказал «А!». Не все равно только людям. Они хотят знать, кто за кем. И это им важно по многим причинам. Как часто, однако, благородное желание все расставить по своим местам приводит к умалению одних за счет других, к непониманию, а то и сознательному искажению самой логики развития знания.

Французский физиолог Этьенн Жан Марей в 1875 году писал: «Теория эквивалентности сил, предугаданная еще Сади Карно, ясно сформулированная Р. Майером и прочно установленная блестящими опытами Джоуля, принята в настоящее время всеми физиками».

Автор цитаты ошибался. Не принята была эта теория в то время всеми физиками. А Майер не только формулировал, но и прочно устанавливал ее. И Карно вовсе не предугадывал, а совершенно ясно формулировал: «Повсюду, где происходит уничтожение движущей силы, возникает одновременно теплота в количестве, точно пропорциональном количеству исчезнувшей движущей силы. Обратно: всегда при исчезновении тепла возникает движущая сила».

То есть он «повторил» Майера за два десятка лет до него.

Наука — не бег на короткую дистанцию. Их было несколько — равноправных участников открытия. Каждый из них шел своим путем. Никола Леонар Сади Карно искал условия максимального эффекта тепловых машин. Джеймс Прескотт Джоуль, потомственный винодел, исследовал выделение теплоты при движении тока через проводник. Физиолог Герман Людвиг Фердинанд Гельмгольц изучал развитие тепла при мышечной работе и с помощью математики пытался уложить великий закон «в прокрустово ложе механицизма».

Все они вышли на один и тот же закон, открытие которого было подготовлено жизнью, временем, уровнем знаний.

И в Океане знаний начался шторм. Застывший, окостенелый мир метафизиков — мир случайных связей и бо-

жественного провидения, недоступного людям, столкнулся с железным миром механицистов, движущимся «точно по расписанию». Потрясение умов и ломка идеологии. Драма идей и драма судеб человеческих. А за этими судьбами, за этой жестокой борьбой, явной и тайной, уже возникала третья картина мира, порожденная прежними двумя, но столь непохожая на них. Подвижный и монолитный одновременно, мир в развитии и изменении, подчиненный единым законам и равно свободный как от хаоса метафизиков, так и от оков механицизма. Ему еще долго придется утверждать себя, но рождению новой картины мира сильно способствовала тогдашняя буря, что разразилась во второй четверти XIX века.

Одной из главных причин для бури было утверждение закона единства и превращения сил. Одним из открывателей этого закона был тихий гейльбруннский врач, человек со многими слабостями. Он сказал свое слово вовремя. Лучшее доказательство тому — гонения, обрушившиеся на него.

ДВА ПОРТРЕТА

Я гляжу на его портрет. Он встречается во многих книгах. Холодноватое пенсне. Официальные бакенбарды, жесткая складка рта являют преуспевающего человека, напрочь лишенного сантиментов. Грузноватый, респектабельный бюргер равнодушно смотрит на меня. Пожалуй, у него и не могло быть друзей...

Но друг был. Слишком поздний. Евгений Карл Дюринг, приват-доцент Берлинского университета. Философ-эклектик, вульгарный экономист, чьи путанные построения были заслуженно разгромлены Энгельсом.

Это другая сторона его деятельности. В судьбе Майера он сыграл благородную роль.

Злосчастный ученый, отмеченный высокими дипломами, при жизни считался покойником. Пожалуй, единственное теплое слово о нем прозвучало как поминание. Джон Тиндаль в книге «Теплота, рассматриваемая как род движения» отметил его труд: «Он работал тихо и скромно. Отдав должное по заслугам настолько, насколько этого требовала моя обязанность, я отдаю это славное имя на попечение Истории...»

После этого, а может быть, и вследствие этого прозвуч-

чал голос Дюринга: Майер жив! В своем родном городишке он влачит жалкое существование полуидиота...

В статьях и публичных лекциях Дюринг вновь и вновь рассказывает соотечественникам о судьбе неудачливого счастливица, о его работе и значении открытия. Поздно, Майер уже не вспыхнет, а выступления лишь озлобляют противников.

Незадолго перед болезнью Майер согласился встретиться со своим заочным и единственным другом. После уговоров, колебаний, и только вне дома. Он стеснялся, да и побаивался пригласить гостя к себе: «Ведь всем известно, что я дурак, и каждый считает своим долгом опекать меня...»

На Дюринга произвели впечатление острый ум и юмор собеседника, его мягкость и сочный швабский диалект: «Роберт Майер был прост, как сама природа: с нею он был заодно... Он, как и природа, говорил тем же бесхитростным языком мысли, который чужд только одним лжеученым и от которого вечно будет далека тупая тарабарщина педантов».

Перо Дюринга, по-человечески пристрастное, оставило нам свой портрет Майера, Галилея XIX века, человека непрактичного и гениального, «смесь огня и самоограничения с желанием поступать справедливо и по совести».

ПОПЕЧЕНИЕМ ИСТОРИИ...

Через год после кончины Майера в Англии, на родине Джоуля, начался сбор пожертвований для увековечения памяти немецкого ученого. Ну, уж раз за границей признали... И почтенные гейльбруннцы, еще не остывшие от насмешек, тряхнули мошной: как же, наш земляк, всемирная слава.

«Они поставили памятник собственной тупости!» — воскликнул разъяренный биограф. Наверное, не стоило так говорить. Во-первых, все люди разные. Во-вторых, победила идея, которой служил Майер, иной стала погода, и обыватель, как всегда, приспособился: он не изменился — изменился мир.

Не в смиренном — в бронзовом кресле сидит ученый с книгой в руках. Две аллегорические фигуры возле него: одна держит светильник, другая — гирию. Теплоту можно измерять килограммометрами.

А может быть, у фигур другой смысл?

Всю жизнь этот человек стремился к свету, к ясности знания, к чистоте и теплу человеческих отношений. Всю жизнь, как каторжник, прикованный к ядру, он влачил тяжкий груз традиций, требований «быть как все», собственного желания «стать как все».

Юлиус против Роберта. Попечением Истории в зыбкой памяти потомков осталось только одно имя: Роберт Майер.

Он совершил великое обобщение. И мы уважительно склоняемся перед ним.



«ПРОКЛЯТИЕ ВСЕЛЕННОЙ» ИЛИ ПЛАТА ЗА РАБОТУ?

Энтропия по-гречески обозначает «превращение в...», но этого вряд ли достаточно.

Айзек Азимов

Когда-то давно, размышляя над свойством движения, внутренне присущем материи, Аристотель назвал его энергией. Через много веков английский физик, врач и астроном Т. Юнг вспомнил аристотелево слово и обозначил им «живую силу» как меру движения. Только бы не спутать «живую силу» с «жизненной силой», прибежищем виталистов, таинственным флюидом, ниспосланным свыше.

«Живая сила» не имеет с этим ничего общего. Она пришла из сочинения В. Лейбница под добротным названием: «Краткое доказательство ошибки достопамятного Декарта и других относительно закона природы, благодаря которому бог желает сохранить количество движения одним и тем же, но который совсем разрушает науку механику».

Ну, насчет бога — веяние времени. И самого достопамятного Декарта, создателя космогонической теории, попрекали в том, что он «попросил у бога рассеянную материю и силы, ею управляющие». А речь в работе «славного философа и математика» шла о силе движущегося предмета, той самой, которую проявляет падающее яблоко, в отличие от «мертвой силы», таящейся в яблоке, пока оно еще не упало. Сколько разных сил в природе!

«Силы суть неразрушимые и качественно способные к превращению объекты». Так сказал Роберт Майер. И многие другие люди, каждый по-своему, подтвердили то же самое. Если так, не проще ли считать силы чем-то одним, неуничтожимым, но существующим в разных формах? А тут и слово хорошее есть, аристотелево. Энергией стали называть меру взаимопревращения различных форм движения материи. Или способность производить работу.

...Будущая жертва Остана Бендера подпольный миллионер Корейко однажды соорудил этакое устройство для получения ссуд от государства. Из одной бочки в другую по трубочке переливалась вода. Когда запас воды кончился, приходил замурзанный мальчик, ведром таскал воду в верхнюю бочку, и процесс возобновлялся.

Корейко платил мальчику из собственного миллионерского кармана. Может быть, зря? Энергия вечна и неуничтожима. Количество ее постоянно. Энергия должна работать. В воде, падающей из верхней бочки, содержится энергия. Поставил бы Корейко на ее пути насос. Пусть бы вода приводила его в движение, а он перекачивал бы воду из нижней бочки в верхнюю. И так без конца, без остановки, без мальчика. Скромная изолированная система, сама себя обслуживающая.

Эксперты по изобретениям, дойдя до этого места, багровеют. Уборщица тетя Дуся срочно разыскивает в кладовке и вооружает на дверях БРИЗа старинную, с ятями, табличку: «Господь изобретателей вѣчного двигателя просить не беспокоиться». А самообслуживающаяся система, поскрипев немножко насосом, замирает. Из верхней бочки вода вытекла — энергия кончилась. Кончилась? Да нет же: вся она сохранилась, но работать не хочет. Не способна. Мальчик, оказывается, нужен: без него энергия превратилась в НЕспособность производить работу.

И грозное, мрачнее флюида слово повисает над бедной изобретательской головой: энтропия.

При разговоре об энтропии даже смелого дилетанта охватывает предчувствие грядущих неприятностей. Мы живем в царстве энтропии, каждое наше движение машинально согласовано с нею. И тем не менее ученые сами признают, что рассуждения об энтропии похожи на экскурсию в джунгли, полные ловушек; что всякая наглядная картина в этом вопросе совершенно неуместна.

Не ручаясь за последствия, начну с наивного примера.

...Высшее достижение военной техники прошлого — катапульта. Боевой расчет заряжает ее. Суета, пыхтение. Наконец, камень уложен в гнездо, воловьи жилы натянуты, рычаг закреплён.

Чудо техники насыщено энергией, переданной ему добрыми молодцами. А сами источники энергии вытирают пот с лица: часть энергии, предназначенной для «полезной» работы, ушла на сторону — образовалось тепло, не нужное ни людям, ни катапульте.

Катапульта сработала. Камень со свистом умчался и врезался в крепостную стену. Еще часть энергии ушла на этот каменный свист, на проталкивание сквозь воздух, при трении опять образовалось тепло. Его можно бы учесть каким-нибудь хитрым способом, да что с того — «полезная» убойная сила камня все равно уменьшилась.

И наиболее сообразительный из ратников лезет пятерней в затылок: что ежели, к примеру, заострить бы тот камень, вытянуть его да снабдить стабилизатором, сиречь хвостом?

Действительно, при этом уменьшится потеря энергии на преодоление сопротивления воздуха. Но стреляй хоть ядрами, хоть иголками — даже сверхидеальная стрела, сверхобтекаемая ракета не дадут стопроцентного КПД установки. Это очень обидно. Часть энергии неизбежно в виде теплоты рассеивается, не совершая никакой полезной для нас работы.

Разве для того кочегар топит паровой котел, чтобы обжигаться об него, чтобы падать в обморок от теплового удара?

Разве для того мы придумали механизмы, чтобы они воспламенялись или плавились от трения?

Аэродинамические трубы и опыты с дельфиной кожей, разные подшипники скольжения-качения и идеальные смазки — арсенал усилий и средств брошен на уменьшение образующейся теплоты. Уничтожить ее полностью нельзя. И потому мы ограничиваем скорости, строим громоздкие системы охлаждения, теплоизоляции, отводим теплоту и спасаемся от нее.

Все по закону. Теплота переходит в механическое движение и механическое движение — в теплоту. Потерь энергии нет. Но везде и всегда энергия в ходе превращений как бы расслаивается на два потока: полезный и бесполезный.

Будет вполне прилично, если первую часть мы назо-

вом свободной энергией. Свобода ее заключается в том, что она может работать в данной системе. А может и не работать, увеличивая вторую, бесполезную часть. При любом процессе, самом продуманном, какая-то доля из необозримого количества мельчайших порций — квантов свободной энергии превращается в бездельников, в «кипучих лентяев», бессмысленно увеличивающих тепловой хаос молекул.

Вот эту дурную наклонность системы к рассеянию энергии принято называть «превращением в...», или, чтоб было понятнее, энтропией. И при всякой работе энтропия растет, все более проявляясь в тепловых колебаниях молекул, а свободная энергия тает. Потому что закон есть закон, и общее количество энергии, участвующей в процессе, должно оставаться постоянным.

Рудольф Клаузиус, придумавший этот красивый термин, оправдывался тем, что «энтропия» и похожа на аристотелево слово «энергия», и отличается от него. Ну что же, он своего добился. Потому-то мы и мучаемся вечно с энтропией: энергия это или не энергия?

Некоторые авторы называют энтропию платой за работу. Дескать, вот природа совершила что-то полезное — и тотчас счет: следует мне с вас получить. По-видимому, рассчитываться за потраченную энергию приходится чем-то другим. Чем?

Более справедливые считают, что природа сама, из своих запасов удерживает часть для себя, вроде бы скунится. Только природа-то ничего не удерживает. Она бескорыстно разрешает нам черпать из великой энергетической реки, протекающей мимо нас. Ведром или решетом — зависит от нашего умения. Ученые колдуют над тайнами сверхпроводимости: почти 100 процентов свободной энергии могут служить делу. А рядом с лабораторией, на задворках соседнего магазина пылает костер — жгут тару. Почти 100 процентов свободной энергии, заключенной в химических связях древесины, прямоком переходят в никому не нужную теплоту. Природе все равно.

Это, так сказать, полярные случаи. Чаше мы выбираем промежуточное решение. Вот за моим окном в окружении жилмассивов дымит трубами ТЭЦ. Она дает нам свет и тепло. В ее корпусах химические связи топлива не теряются понапрасну. Через теплоту, сообщаемую воде, через пар, через механическое движение турбины они

превращаются в электричество. А за корпусами выстроились гуськом огромные безголовые матрешки, вечно окутанные паром. В них остывает вода. Не вся теплота превратилась в электричество. Тайнственная энтропия забирает свою долю. Велика ли доля-то? Большинство современных тепловых машин имеет коэффициент полезного действия 30—40 процентов. Так что из каждой тонны горючего 600—700 килограммов в плановом порядке используется на подогрев мимо плывущих облаков.

Нельзя ли уменьшить размеры этого безобразия? Если энтропия — плата за работу, если это собственность неумолимой природы — нельзя. На самом деле можно. Можно из остывающей воды выжать еще немножко теплоты на обогрев оранжерей или заснеженных тротуаров, или сделать зимний пруд с золотыми рыбками и вечнозеленым бережком. Теплота при этом остается теплотой; но, рассеиваясь, она приносит пользу.

А можно поступить по-другому. Пристроить к ТЭЦ еще один корпус и разместить в нем фреоновые установки. Подобные электростанции уже работают на природных термальных источниках при температуре воды всего лишь 60—80 градусов. Летучий фреон, нагретый теплом воды, будет вращать дополнительную турбину, и еще часть теплоты превратится в электричество. КПД исходного топлива станет побольше — доля энтропии поменьше. В нашем случае это, по-видимому, просто невыгодно по соображениям более общего порядка. Так же, как и пруд с золотыми рыбками.

Итак, перед нами начинает вырисовываться, пока еще неотчетливо, облик некоторой физической величины, характеризующей тепловое состояние системы. Эта величина даже имеет свою единицу измерения — калория на градус (по системе СИ — джоуль на кельвин). Вместе с тем энтропия — отнюдь не теплота. Это скорее свойство системы, тяготение к самопроизвольному переводу всех видов энергии в теплоту. Но почему оно осуществляется?

И ученые углубились в дебри, не имеющие вроде бы никакого отношения к теплоте.

«ДЕЛО СЛУЧАЯ»

В рассказе Марка Твена внучка спросила у дедушки, где он держит бороду, когда спит: на одеяле или под одеялом?

Дедушка и сам не знал. Решил проверить. Вроде, и так неудобно, и так нехорошо. Выбор оказался случайным. Оба варианта одинаковы. Который предпочесть? Совсем замучился старик. Ему не помогла бы даже наука:

— Выбор случаен?

— Да.

— Тогда фифти-фифти.

— То есть?

— Тысяча бород на одеяле, тысяча — под.

— Но у меня только одна борода!

— Одна борода науку не интересуется...

Статистика знает все. Так утверждали Ильф и Петров. Как они заблуждались! Статистика не имеет ни малейшего представления о конкретном пустяке: о дедушкиной бороде, о том, как выпадет брошенная мною монета: гербом или решкой. Дело случая.

Но рассыпь перед нею мешок монет, миллион точно таких же случайностей, статистика скажет не глядя: пятьсот тысяч решкой. И как ни спорь, что вот они рядом пять монет и все гербом, может быть, и дальше так будет, ведь дело-то случайное, надо бы проверить, статистика только пожмет плечами. За плечами у нее закон. Дальше будет пять монеток решкой. А в целом — поровну.

Любая наука опирается на законы. Но чтобы закон опирался на случайность! Это что-то новенькое. Впрочем, не совсем. Древние китайцы и римляне, Кардано и Галилей, Паскаль и Ферма интересовались законами случайного. Гюйгенс в трактате «Об азартных играх» писал: «...я полагаю... что здесь закладываются основы очень интересной и глубокой теории».

Теория вероятностей действительно получилась очень интересная и глубокая. Трудная и немножко странная.

И вот ученые в поисках энтропийной сути начали свои азартные статистико-вероятностные игры. Конечно, в математической форме, поскольку игра в орлянку не относится к числу уважаемых людьми занятий. А математике все равно, что стоит на кону: бороды или монеты, черные и белые шарики, быстрые и медленные молекулы. Лишь бы на кону было много, очень много. И чтобы никакого жульничества, то есть порядка, одни случайности, как пляска пылинок, описанная Лукрецием:

Вот посмотри: всякий раз, когда солнечный свет проникает
В наши жилища и мрак прорезает своими лучами,
Множество маленьких тел ты увидишь: мелькая,
Мечутся взад и вперед в лучистом сиянии света;
Будто бы в вечной борьбе они бьются в сраженьях и битвах,
В схватке бросаются вдруг по отрядам, не зная покоя,
Или сходясь, или врозь беспрерывно опять разлетаясь.
Можешь из этого ты уяснить себе, как неустанно
Первоначала вещей в пустоте необъятной мятутся.

Так о великих вещах помогают составить понятие
Малые вещи, пути намечая для их постиженья.
Кроме того, потому обратить тебе надо внимание
На суматоху в телах, мелькающих в солнечном свете,
Что из нее познаешь ты материи также движение.

Игры оказались удачными. Темная суть энтропии
прояснилась.

Вот как это выглядит без формул. Я опускаю в стакан воды густо-синюю каплю акварели — что-то будет. А что будет? Образуется система «вода — краска». В системе начнутся изменения. Если взять каплю раствора под микроскоп, можно убедиться, что условия игры соблюдены: множество частиц краски беспорядочно мечется в разных направлениях. Ничего не понять, путь каждой частицы совершенно случаен. Это — микропроцесс.

Если перевести взгляд на стакан — вода в нем становится все более однородной, голубоватой окраски. Изменение не случайно, оно явно направлено в одну сторону. К равномерному распределению. Это — макропроцесс.

Трудно надеяться, что в системе «вода — краска» акварель сама собой опять соберется в одно место, в одну каплю. Это маловероятно.

Людвиг Больцман: «Во всех случаях, где применим закон больших чисел, т. е. в большей части явлений природы... как явлений, обнимающих огромное число материальных точек, всякое изменение, которое может произойти само собой (т. е. без компенсации), есть переход от менее вероятного состояния к более вероятному состоянию».

— А при чем тут теплота? — спросите вы.

А при том, что теперь понятие энтропии стало гораздо шире первоначального. Оно обозначает меру вероятности какого-либо состояния системы. Капля акварели в воде маловероятна, она держится лишь мгновение и расплывается «сама по себе». Усредненная смесь — наиболее «желанное» состояние, система самостоятельно движется

в сторону наивысшей вероятности. К максимуму энтропии. Количество энтропии в системе показывает, на сколько в данную минуту система выполнила свое «естественное желание». Если вместо краски долить в стакан кипяток, получится то же самое: быстрые молекулы-гости смешаются с медлительными хозяевами, передадут им часть своей энергии, все усреднится. Процесс должен замереть. Но вода соприкасается со стенками стакана, а стакан — с молекулами воздуха. И растекание, усреднение уже не вещества, а энергетических потенциалов продолжится в этой новой системе. Воздух слегка нагреется. Все стремится к равновесию.

Не нужен кипяток. Будем, подобно Румфорду, сверлить железную болванку в бочке с водой, вызывая «изумление окружающих». Все повторится. Часть механической энергии сверла «растечется» в виде ускоренного движения молекул болванки, воды, воздуха. В виде теплоты.

Случайное поведение молекулы и фундаментальный закон, пронизывающий все наше существование. «Так о великих вещах помогают составить понятие малые вещи...»

В МИРЕ СИСТЕМ

Вот мы все говорим: системы, системы... А что такое система? Чаще всего она служит синонимом какого-то порядка. «Систематизировать марки...», «За систематические прогулы...», «Автор излагает материал бессистемно...»

В нашем строго систематичном повествовании это слово имеет другой смысл. Любая группа любых элементов, как угодно взаимодействующих, представляет собой систему. Электроны и ядро атома. Пальцы руки (у А. Прокофьева: «Пальцев страшная система врезалась в железо вся...»). Мечущиеся мысли абитуриента на экзамене, поскольку они как-то взаимодействуют, мешая друг другу. Человек как организм и как личность. Океан знаний. Все это — системы, бесконечно разнообразные, изучаемые разными науками. И у каждой науки свой подход. Ни одна из них не может рассмотреть объект всесторонне.

Термодинамика — учение о теплоте, превратившееся в науку об энергии, тоже смотрит на мир по-своему. Для нее он состоит из систем, в которых происходит преобра-

зование энергии. А что они собой представляют каждая в отдельности — это ее мало волнует.

Любимый и единственный объект классической термодинамики — изолированные системы. Согласно ее Первому началу общее количество энергии в них постоянно: ведь система изолирована от всего, и ей не с кем и не с чем обмениваться энергией. Согласно Второму началу свободная энергия в системе неуклонно убывает и столь же неуклонно нарастает энтропия, пока не достигнет максимума, полного прекращения изменений. Когда это случится? Может быть, через минуту. Или через миллиард лет. Или никогда. Не это важно. Главное — направление изменений энергии.

Но изолированные системы — это абстракция, объект идеальный и для наблюдений неудобный. В реальном мире существуют «нечистые» системы, изучаемые неклассической термодинамикой. Они могут быть закрытыми, обмениваться с внешним миром лишь энергией: на входе — порция свободной энергии, на выходе — энтропийный сигнал, например, в виде тепла. Вот объект, пребывающий в термодинамическом равновесии со средой, получает порцию свободной энергии. Термодинамику не интересует, что в нем происходит. На выходе она может замерить всплеск тепла, нисходящий к нулю: система вернулась в состояние равновесия.

Но другие науки могут заинтересоваться отнюдь не этим.

Объект воспринял порцию энергии, он преобразовал ее и вывел за свои пределы. Он был в различных видах движения, он менялся под влиянием энергии. Дальше мы увидим много разных примеров этого изменения системы, преобразующей энергию. А пока подчеркнем главное: любая закрытая физико-химическая система, выведенная из состояния термодинамического равновесия, перестраивается так, чтобы возвратиться к нему.

Это общий принцип, сформулированный французским ученым Ле Шателье.

Система может быть и открытой — обмениваться с внешним миром не только энергией, но и веществом. И для таких систем принцип остается в силе. Природа не делит себя на квадратики. Она едина. Один из основоположников общей теории систем, Людвиг фон Берта-ланффи, сказал, что закрытая система есть частный случай открытой, когда обмен веществом равен нулю. Так же

можно сказать, что и изолированная система есть частный случай закрытой. Все они родственны друг другу, потому что любая из них — условно выделенный нами кусочек единого мира. И все они ведут себя одинаково: преобразуют энергию с увеличением энтропии, выполняя волю Второго начала термодинамики. Стремятся к равновесию с окружающей средой. Современная формулировка принципа Ле Шателье гласит: «Система стремится нейтрализовать внешнее воздействие». Любая система и любое воздействие.

Воздействие может быть непрерывным. Естественно, что система будет привычно отбиваться от него, стремясь к покою. В этом случае мы вправе ожидать на выходе непрерывный поток обесцененной энергии: система старается и не может вернуться к равновесию со средой, ее насильно удерживают в неестественном для нее стационарном состоянии, характеризуемом постоянством перепада, разности между равновесием и данной высотой, на которую система забралась вопреки своему желанию. Это изображено на рис. 1 линией А. Однако бельгийский ученый И. Пригожин, много занимавшийся стационарным состоянием открытых систем, показал, что вариант А возможен лишь при одном условии: если система не изменяется во времени. Но все реальные системы существуют во времени, в них энергия, стремящаяся изменить свою форму, обеспечивает какие-то физико-химические процессы, изменяющие систему.



Рис 1. Скорость образования энтропии в открытой системе

Согласно теореме Пригожина «изменение во времени открытой системы, приближающейся к устойчиво стационарному состоянию, происходит всегда в направлении, которое вызвано ослаблением термодинамической силы». Проще говоря, напор энергии (и вещества) через такую систему ослабевает со временем, что отражено линией В на том же рис. 1.

Опыт Маленького принца из сказки Экзюпери свидетельствует, что даже вулканы надо регулярно прочищать: засоряются. Не говоря уж о фитиле керосинки, то и дело изменяющемся в сторону «ослабления термодинамической силы».

Нетрудно заметить, что теорема Пригожина, описывающая частный случай — стационарное состояние открытых систем, уходит своими корнями в принцип Ле Шателье, опирающийся, в свою очередь, на Второе начало термодинамики.

Но стационарное состояние (или приближение к нему) — всего лишь часть существования открытой системы. Вот она возникла — силы природы вывели кусочек нашего мира из термодинамического равновесия с окружающей средой, они уводят открытую систему все дальше и дальше от желанного покоя. И энтропийная кривая, удельный выход тепла в единицу времени, на нашем рисунке взлетает вверх. Вот система стремится к стационарному состоянию — и кривая плавно сворачивает, приближаясь к горизонтали. И наконец, нарушен поток, нет поступления энергии, а значит, и нет выхода энтропии — кривая круто падает к нулю, к точке термодинамического равновесия со средой. Кончились изменения — кончилась жизнь открытой системы.

Классическая термодинамика сказала бы: мы получили систему с максимумом энтропии. А у нас кривая спустилась на нуль. Потому что мы не интересовались, сколько энтропии содержится в системе. Мы отмечали, с какой скоростью она образуется. И пока образование энтропии хоть как-то шло, открытая система существовала. А потом ее не стало: выхода из нее нет. Она превратилась в изолированную, действительно с максимумом содержащейся в ней энтропии. И время для нее потеряло значение: через час и через сто лет изменений энергии не будет.

Справедливость требует еще раз заметить, что по-настоящему изолированных систем не бывает. Мир напичкан веществом и энергией. И всегда случается искра, тол-

чок, перепад потенциалов. Станислав Лем в качестве космического наказания придумал «завездение». Разве что там найдется участок, где ничего не происходит...

«ЗАКОН ЕСТЬ ЗАКОН»

Не сразу люди осознали, что любой процесс в конечном счете сопровождается увеличением энтропии. Было много попыток нарушить закон прямо и бесхитростно или найти лазейку в обход закона, какое-нибудь исключение, позволяющее восторжествовать над энтропией.

Нарушения закона, как всегда, кончались плачевно. Из бумаги, содержащей описания вечного двигателя, не признающего энтропии, можно было бы сложить внушительный храм для отпевания в бозе почивших усилий. А трагедий сколько было, разорений, сумасшествий, самоубийств...

Поиск лазейки. Начало ему, как ни странно, положили сами открыватели закона энтропии.

Вот постулат Клаузиуса: «Теплота не может переходить сама собой от более холодного тела к более тепловому». А если не сама собой? Что-то тут такое есть, неясно беспокоящее даже искушенных людей.

А вот осторожная добавка Томсона к своему постулату, исключающему возможность безэнтропийного вечного двигателя: «...если только в великой кладовой мироздания не окажутся наготове неизвестные нам источники». Вдруг окажутся?

О такой лазейке, об открытии антиэнтропийных процессов, мечтал К. Э. Циолковский.

Человеческая мысль, не желающая примириться с неизбежностью возникновения энтропии, породила демонов великого физика Максвелла. Правда, в отличие от духов святочного рассказа демоны Максвелла — очень чистые существа.

— Если бы, — примерно так говорил Максвелл, — если бы существовали крошечные демоны, которые следили за каждой молекулой и сортировали их: прыткие налево, сонные направо. Тогда в равновесной системе опять можно было бы получить неравновесное состояние: энергия-то не исчезает, она просто усредняется.

Придумав демонов, которым вменялась в обязанность сортировка молекул путем открывания или закрывания

некоей дверцы, Максвелл, к сожалению, не сказал, откуда они могли получать энергию, чтобы производить эту работу. Во времена Максвелла и тем более позже в бесплотных духах, в потусторонние силы уже не верили.

Пытались навязать роль демонов микроорганизмам: они такие маленькие, смогли бы сортировать молекулы. Микробы, конечно, сортируют там что-то про себя, но опять-таки исключительно в законном порядке, с затратами свободной энергии. Как ни крутись — энергия растекается по условно изолированной системе: разность потенциалов, возможность перепада исчезают. Закон есть закон. Исключений из него и по сей день не найдено.

Во всех процессах, которые мы можем наблюдать, идет трата свободной энергии и рост энтропии.

ВСЕЛЕНСКАЯ ЖУТЬ

Возьмем систему «катапульта — крепостная стена». Камень ударил в стену — работа кончилась. Только облако тепловатой пыли оседает на грешную землю. Максимальный уровень энтропии. Свободной энергии в системе практически нет. Для возобновления работы боевой расчет должен внести в систему новую порцию энергии. С собственными тепловыми потерями он приволочет еще один камень и вновь зарядит катапульту. Потом еще, еще — пока ратники не выдохнутся: силы кончились. В системе «добры молодцы — катапульта — крепостная стена» иссякла свободная энергия. Дело могут поправить отбивные котлеты — источник энергии для ратников. Потом в систему придется включить буренок для нагула отбивных, потом траву, потом Солнце, энергия которого нужна для произрастания травы. Но и Солнце не может гореть без конца...

Вот система стала равна Вселенной. В ней содержится определенное количество свободной энергии. И эта энергия в любых процессах переходит в бездеятельную форму, растекается по Вселенной в виде тепла. Миру грозит тепловая гибель: «...пульс природы непрерывно замирает, ее жизнь погасает, и в бесконечной дали вырисовывается черный призрак мировой смерти».

Таков был вывод, сделанный некоторыми учеными из Второго начала термодинамики.

Следует заметить, что энергетические изменения часто связывают с распадом вещества Вселенной. Известный английский астрофизик Джемс Джинс писал: «Машина Вселенной постоянно ломается, трескается и разрушается, реконструкция ее невозможна». Можно представить себе распавшуюся Вселенную в виде сероватого, теплового, однородного месива.

А можно и пострашнее. Разрушать так уж разрушать. До абсурда.

Машина Вселенной рассыпалась на мелкие кусочки. И сами кусочки развалились на молекулы. Но в молекулах содержится свободная энергия химических связей. Чтобы соблюсти гипотезу «рассыпающейся машины», молекулы должны каким-то чудным образом распасться. Остались атомы. Они содержат главный запас свободной энергии, удерживающей частицы вместе. А гипотеза требует... И вот уже нет вещества, нет однородного месива. Одна энергия нелепо витает, ни в чем не проявляясь. А в чем ей проявляться? Нет процессов, как движения, превращения чего-то. Нет времени. Самого времени, измеряемого процессом: движением небесных тел, радиоактивным излучением, чтением Часослова. Нет пространства, в котором всегда протекают процессы, — того, что можно измерить бечевкой с узлами, скоростью движения света, просто окинуть взглядом. Глядеть не на что.

«И бысть мрак великий...» Какой там мрак — нет материи, поскольку для нее нужно пространство и время.

— А был ли мальчик? — спросим мы. — Есть ли прошедшее время в системе, где отсутствует Время, где нет взаимодействующих элементов, а значит, нет самой системы? Была ли материя и часть этой материи — авторы, которые писали о «рассыпающейся машине Вселенной»?

И глубоко задумаемся.

Не слишком ли легкомысленно обошлись с веществом? Ведь еще И. Дитцен более ста лет назад писал: «Вещество без силы и сила без вещества есть бессмыслица».

В. Оствальд, крупный химик, ученый с мировым именем, попытался возвести превращения энергии в абсолют. Все в мире он объяснял только энергией. Вещество исчезло. А дальше уже просто: энергия есть Дух. Мир есть Превращения Духа...

Знакомая песня. Игнорабимус!

Мы склонны порой перегибать палку. Вот так случилось, по-видимому, и с представлением о неизбежном

распаде вещества в результате нарастающей энтропии Вселенной.

Пожалуй, это влияние математических игр в орлянку со множеством мельчайших, безучастных телец. Такие тельца — химически нейтральные молекулы, частицы идеального газа были положены в основу работ Клаузиуса, Максвелла, Больцмана и других исследователей, установивших суть энтропии. Но их работы касались энергии, а не вещества. Реальное вещество безучастно. Оно противится бесконечному распаду. Наоборот, с помощью той же энергии оно стремится, как мы увидим далее, к концентрации. Даже любое горючее, тот же бензин, от которого требуется лишь одно — распадаться при горении, выдает продукты синтеза, совсем нежелательные. Например, 3-4-бензпирен, канцерогенное соединение, которым, как говорится, и не пахло в начале реакции. Мы только мечтаем об идеальном горючем. Самое «чистое» из них, смесь водорода и кислорода, сгорая, дает продукт синтеза — молекулы воды.

— Да бросьте вы, — скажет кто-нибудь, — нашли над чем голову ломать. Будет «тепловая смерть Вселенной», не будет, нам-то что за дело? И если будет, то когда еще: даже Солнце, скромная по размерам и довольно прохладная звездочка, способно гореть многие миллиарды лет. Есть более насущные вопросы. Стоит ли тратить время, которое еще есть, и ту же самую энергию так непрактично?

И он по-своему прав. Существуют текущие задачи и тревожные сообщения о событиях в мире. Только вот какое дело. Папа Пий XII, в серьезности и практичности намерений которого нет оснований сомневаться, писал: «Закон энтропии, открытый Рудольфом Клаузиусом, дал нам уверенность в том... что в замкнутой материальной системе в конце концов... процессы в макроскопическом масштабе когда-то прекратятся. Эта печальная необходимость свидетельствует о существовании Необходимого Существа».

Непонятно? Очень понятно. Раз будет конец энергопревращениям — было и начало. Значит, энергия (во всяком случае ее действенная, неэнтропийная часть) была сотворена. «Ибо, — сказал еще раньше Фома Аквинский, — если предположить, что мир вечен, то существование бога становится менее очевидным».

Воп куда привело скромное учение о теплоте — в са-

мую гущу разногласий между атеистами и теологами. Немудрено, что для решения вопроса об энтропии в масштабах Вселенной люди потратили значительные усилия. «...Он будет решен,— писал Энгельс,— это так же достоверно, как и то, что в природе не происходит никаких чудес и что первоначальная теплота туманности не была получена ею чудесным образом из внемировых сфер».

Первый, кто попытался решить этот вопрос, был англичанин В. Ранкин. Вот его гипотеза «реконцентрации энергии».

Допустим, что Вселенная имеет предел. Что там, снаружи,— нас не касается. И мы его не касаемся тоже. Нас разделяет абсолютная граница, которая, как идеальное зеркало, отражает внутрь все, что есть во Вселенной. Иначе она не была бы пределом. Трудно предполагать, что эта оболочка имеет, например, форму параллелепипеда. Скорей всего, стенки у нее изогнутые, как внутренняя поверхность шара. Следовательно, рассеянная тепловая энергия, отражаясь от такой поверхности, будет фокусироваться где-то внутри Вселенной. Образуются области концентрации энергии, местного разогрева — толчок к новым превращениям материи. И так без конца.

Людвиг Больцман рассуждал иначе. А что если Вселенная уже достигла состояния полной энтропии? Разве при этом не может быть местных изменений? Ведь закон-то носит статистико-вероятностный характер. Из миллиона монеток несколько штук подряд могут выпасть только гербом. Десяток-другой частиц краски в стакане может случайно оказаться рядом, возникнет временное сгущение, флуктуация. Через миг она распадется, потом возникнет где-то в другом месте. В объеме стакана такие флуктуации сможет заметить разве что микроб. Для нас вода в стакане будет все время одинаковой голубой окраски.

Во Вселенной масштабы, естественно, другие.

В огромном стакане Вселенной куча галактик — капля в море — на один вселенский миг приходит в оживление. Через десятки или сотни миллиардов лет этот миг кончится, флуктуация возникнет в другом месте, столь же ничтожная, незаметная на общем фоне равновесного состояния...

Ранкин и Больцман, и другие ученые после них брались за решение вопроса об энтропии в масштабе

Вселенной прежде всего из желания опровергнуть выводы Клаузиуса о неизбежности вселенской катастрофы.

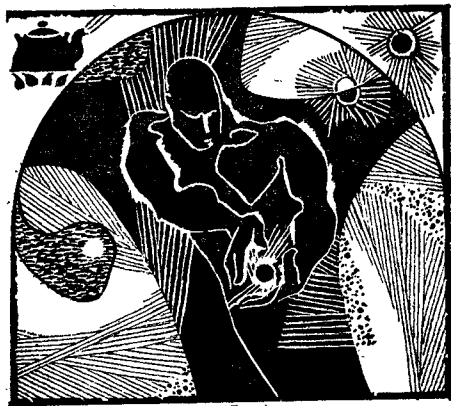
Приглядимся, однако, о чем речь — о какой Вселенной? В сущности, и Клаузиус, и его противники опираются на представление о том, что Вселенная конечна.

А Вселенная в целом — это материальный мир вообще, бесконечный во времени и пространстве, безгранично разнообразный в своих проявлениях. Какой же смысл рассматривать его с точки зрения достижения максимума энтропии? Максимум энтропии в чем — в бесконечности?..

Нет, пожалуй, действительно не стоит омрачать душу серым или черным признаком тепловой гибели мира. Это так же бесполезно, как и пренебрежение принципом энтропии — попытки создать вечный двигатель.

Намного полезнее присмотреться к материальным системам, подчиненным Второму началу. В них присутствует не только энергия, но и вещество: сила без вещества есть бессмыслица. Изменения энергии должны отражаться на веществе. Это неизбежно следует из принципа Ле Шателье. И вместе с тем вещество не имеет права распадаться нацело до тех пор, пока эта система подчиняется Второму началу.

Что же с ним происходит?



ЭТИ РАЗНЫЕ, РАЗНЫЕ ЛИЦА

Там я звездное чую дыханье,
Слышу речь органических масс
И стремительный шум созиданья,
Столь знакомый любому из нас.

Николай Заболоцкий

Мы склонны относиться к законам природы с некоторой долей субъективизма. Вот Первое начало термодинамики — закон сохранения энергии. Хороший закон. От него веет спокойствием и уверенностью: что бы ни случилось, общее количество энергии останется неизменным. И ныне, и присно... Но он же бездеятелен, этот закон!

Второе начало таит в себе нечто роковое: запасы свободной энергии тают. Неумолимо растет энтропия. И этот процесс спонтанный, его не остановишь. Но ведь процесс же! Всюду, где образуется энтропия, происходят изменения, возникает что-то, чего раньше не было. Система, вернувшись к равновесному состоянию, уже не та, что выходила из него. Принцип энтропии обрекает мир на развитие, на эволюцию. Получается, что первый закон — так себе, а второй — очень даже хороший, и, пожалуй, главное первого, поскольку он деятелен.

Р. Эмден, один из знатоков термодинамики необратимых процессов, пишет: «В гигантской фабрике естественных процессов принцип энтропии занимает место директора, который предписывает вид и течение всех сделок. Закон сохранения энергии играет лишь роль бухгалтера, который приводит в равновесие дебет и кредит».

СОТВОРЕНИЕ МИРА

Воспользуемся оригинальным сравнением Эмдена и проследим — мысленно, конечно, — за действием Второго начала в некоторых процессах, происходящих в просторах Вселенной.

Выбирая для этого опытный полигон, некий участок космического пространства, мы, естественно, определяем и «точку отсчета»: что здесь «было до нас» — не имеет значения.

Итак, часть космического пространства с веществом. В основном это водородное облако. Есть и межзвездная пыль.

Всемирное тяготение продолжает свою бесконечную работу. Возникают центры конденсации. Все протекает ужасно медленно. Впереди вечность, позади тоже. Однако твердые тела потихоньку растут. И по мере их роста внутренние слои вещества все более сжимаются под тяжестью новообразующихся. Концентрируется не только вещество, но и связанная с ним энергия. И в центре уже не слабенькая разжиженная тепловатость, а тысячи, сотни тысяч градусов. Образовалось космическое тело — шар, внутри которого давление и температура продолжают расти. Частицы атомов, составляющих сверхплотный центр, уже не могут оставаться вместе. Вначале электроны срываются со своих орбит — они насыщены движением, и заряд ядра не в силах удержать их. Атом разрушается до ядра. Но и внутриядерные связи становятся непрочными. Теперь уже тяжелые частицы — протоны мечутся в ловушке. Слишком много энергии. Избавиться бы от нее. Но как? Десять миллионов градусов. Начинается... синтез ядер. Выход вроде бы неожиданный. Вместо продолжения хаоса, распада — синтез! Протоны образуют ядра гелия-2, гелия-3, потом возникает гелий-4. Три гелия-4 дают углерод-12. Плюс гелий-4 — кислород-16. Плюс гелий-4 — неон-20. Магний-24...

Запасы гелия тают. Падают давление и температура в центре звезды. Но чудовищный пресс наружных слоев действует, он приводит к новому сжатию и разогреву. Ну что же, ответ уже знаком: ядра кислорода, углерода и неона взаимодействуют, образуя более тяжелые элементы, вплоть до железа.

А поверхность звезды, ее условная граница давно уже полыхает адским пламенем. Дьявольская похлебка вы-

плескивается из ядерного котла! энтропийные потери — фотоны, электроны, ядра...

Оказывается, движение системы к наиболее вероятному состоянию, к энтропийному болоту, действительно сопровождается распадом вещества. Однако сам распад сопровождается противоположным явлением — синтезом. А при синтезе опять выделяется «лишняя» энергия.

Стремление вещества усложниться вполне закономерно: при синтезе «лишняя» часть энергии становится добычей энтропии. Но это теплота. И в той мере, в какой она остается в системе, обязана принимать участие в общем процессе. Она распатывает возникающие блоки, конструкции вещества.

Есть такая игрушка: два молотобойца на подвижных планках по очереди бьют по наковальне. Вот так же и два состояния энергии в системе выковывают конструкции допустимой сложности. Энергия усложняет — энергия упрощает.

В результате вещество принимает форму, наиболее устойчивую в данных условиях. В среднем. По статистико-вероятностным законам нельзя допустить, чтобы «дьявольская похлебка» состояла на 100 процентов из гелия, скажем, или из железа, то есть из ядер данных элементов.

Но сами условия неустойчивы: котел открыт, часть энергии утекает из него, разрушительное действие энтропии слабеет. А стремление вещества к усложнению, к уменьшению свободной энергии в системе остается...

Сохраняется ли такое положение за пределами котла, куда выплескиваются «отходы производства»?

ПОБЛИЗОСТИ И В ОТДАЛЕНИИ

Да, усложнение вещества происходит, по-видимому, и здесь, хотя условия другие: нет тех температур, при которых возможен ядерный синтез.

Зато могут возникать атомы. Тяжелая, положительно заряженная масса ядра привлекает к себе легкие отрицательные частицы — электроны. Противоположные знаки зарядов «гасят» друг друга, придавая устойчивость возникшей конструкции. Но кроме общего, суммарного равновесия с ядром электронам надо еще «уравновеситься» между собой.

Поведение электрона в атоме, энергия, форма и ориентация электронной орбиты описываются четырьмя квантовыми числами. Согласно этим числам электрон может находиться только в одном из определенных энергетических состояний. В любом атоме или молекуле каждый электрон должен отличаться от соседей по своим квантовым числам хотя бы в чем-то. Это не так уж трудно, поскольку количество электронов в атоме значительно уступает многообразию возможных комбинаций из четырех квантовых чисел. Вот посчитайте сами:

первое квантовое число, определяющее орбиту данного электрона. Значения: 1, 2, 3, 4 и т. д.;

второе квантовое число, характеризующее геометрическую форму орбиты. Значения: от 0 до первого квантового числа за вычетом единицы;

третье квантовое число. Орбитальный магнитный момент. Любое целочисленное значение между 0 и вторым квантовым числом, взятым со знаком плюс или минус;

четвертое. Самое легкое. Определяет спин электрона — вращение его вокруг собственной оси. Всего два значения.

Так что каждый электрон располагает порядочным выбором сочетаний. А количество электронов, скажем, в атоме водорода — один, урана — 92, лантана — 103. Не столь уж велико.

Изобилие возможных энергетических состояний сильно затрудняет определение конкретного места, где может находиться тот или иной электрон в атоме. Можно определить только большую или меньшую вероятность его пребывания где-то. Как следует из квантовых чисел, в нескольких видах движения одновременно. Плюс возмущения со стороны. Электрон, поглотивший определенную порцию энергии, переходит в иное энергетическое состояние — с основной энергетической орбиты на возбужденную, дальше отстоящую от ядра.

И вот тут вступает в силу важный закон, используемый ныне при создании квантовых генераторов — лазеров. Он называется принципом минимальной энергии. Электрон «не любит» находиться на возбужденной орбите. Он стремится излучить, выбросить полученный квант энергии. Это позволяет ему вернуться на орбиту с наименьшей энергией, поближе к ядру. «Поближе» — это значит на почтительном расстоянии, поскольку, кроме сил притяжения, в атоме еще существуют и силы отталкивания.

Нетрудно заметить, что при избытке внешних энергетических возмущений электрону не удастся найти состояние с наименьшей энергией, придвинуться к ядру. Более того, поглощая квант за квантом, он рискует вылететь из атома. И вообще атом может распасться. Это мы уже наблюдали в звездном котле. А вдали от котла, в обстановке более спокойной, наоборот, вероятнее устойчивое существование различных атомов.

Сложность вероятнее простоты.

Атом, как и электрон, стремится соблюсти принцип минимальной энергии. Не для всех элементов это возможно в одинаковой степени. Вернемся еще раз к квантовым числам. Два электрона с противоположно направленными спинами, а проще — вращающиеся вокруг собственной оси в противоположные стороны, составляют пару, способную разместиться на какой-либо орбите. Количество таких пар ограничено. Если первое квантовое число (оно обозначается буквой n) равно единице, на орбите может находиться одна пара, при $n = 2$ — четыре, при $n = 3$ — девять пар, и так далее. В тех случаях, когда положенное количество пар на месте, когда электронная оболочка атома заполнена, принцип минимальной энергии соблюден.

Но часто ли это бывает? Ведь количество электронов в атоме того или иного элемента соответствует его атомному номеру. Вот, например, аргон. Атомный номер 18. Девять пар. Электронные оболочки укомплектованы полностью. А рядом в периодической таблице стоит хлор с атомным номером 17. При $n = 3$ один электрон остается неспаренным, а электронная оболочка незаполненной. Результат?

Аргон относится к инертным газам. С огромным трудом можно вовлечь его в химические реакции.

Хлор обладает высокой реакционной способностью. Та же склонность к химическим реакциям наблюдается, например, у натрия, тоже располагающего неспаренным электроном. И если два этих атома встретятся, их неспаренные электроны образуют пару, общая электронная оболочка окажется заполненной, и электроны ее займут уровень с минимальной энергией. Возникает довольно таки сложное и устойчивое образование: молекула поваренной соли.

На самом деле все обстоит значительно сложнее. Упрощая сложное, мне хотелось только лишь показать

единую тенденцию на разных уровнях организации вещества: стремление к минимуму энергии, сопровождающееся усложнением возникающих вследствие этого конструкций.

Ядро водорода состоит из одного протона. Его заряд «уравновешивается» одним электроном. Возникает атом водорода. Но оболочке, ближней к ядру, полагается иметь электронную пару. Пары нет, и единственный электрон находится на возбужденной орбите. Рядом — точно такой же атом водорода. При встрече они образуют общую оболочку с необходимой парой электронов, и энергия каждого участника пары уменьшится. Двухатомная форма водорода устойчивее.

Сложность вероятнее простоты. Конечно, в надлежащих условиях.

Где-то в другом месте объединяются подобным образом два атома кислорода в устойчивую молекулярную форму.

А если эти два элемента окажутся рядом? Условия изменились — стремление к минимуму энергии осталось. Есть более прочное сочетание: два атома водорода и один — кислорода. Молекула воды. Поэтому смесь чистых водорода и кислорода так легко взрывается. Она может служить горючим, например, для ракеты. И только струя пара потянется за ракетным хвостом.

Откуда, собственно, взялся пар? Молекулы воды, выброшенные из зоны реакции (энергия всегда связана с веществом), захватили с собой полученную теплоту. А условия опять изменились: снаружи холоднее, чем в зоне реакции. Перепад потенциалов. Энергия должна рассеиваться. Для этого атомы могли бы объединиться электронными оболочками. Но оболочки уже заполнены. Вода с водой не реагирует. И все же молекулы сливаются уже не на химической основе в крошечные шарики, в туман, в капли.

Из куска теста хозяйка может приготовить булку на маленькой сковородке или раскатать пирог на большом противне. Объем тот же — поверхность больше. Сумей мы раскатать маленькую каплю воды — силы поверхностного натяжения возросли бы. Капле этого не нужно. Она будет сопротивляться, стремясь к минимуму энергии, создавая наименьшую поверхность — шарик. Но два маленьких шарика обладают большей поверхностью и энергией по-

верхностного натяжения, чем один, получившийся при их слиянии. Капли растут. Энергия теряется.

В невесомости можно получить капли довольно порядочных размеров. Однако всему есть предел. За этим пределом стоит влиться крошечной капельке в уже порядочный шар — и он развалится. Например, система капель воды в кабине космического корабля будет стремиться к каким-то средним размерам шаров; конечно, с отклонениями. Условия отбирают шарики наиболее приемлемой величины.

Так мы незаметно для себя оказались в области химии и тоже незаметно вышли из нее, следя за образованием капель. Природа не делит себя на квадратики. Ей безразлично, каким путем уменьшается свободная энергия в системе, лишь бы энтропия росла. Капли воды могут еще подвинуться в этом направлении, превратившись в твердое тело — в кристаллики льда.

Снежная Королева приказала Каю выложить из кристаллов льда слово «Вечность». Кристалл — самый подходящий материал для этого. Какой-нибудь знаменитый алмаз древности переменял уйму владельцев и стран, кучу людей из-за него зарезали, в каких только передрыгах ни побывал — и по-прежнему сияет холодными гранями. Сколько энергии надо приложить, чтобы его разрушить!

Алмаз — сверхпрочная структура из углеродных атомов. У каждого атома 4 электрона, общих с соседями. И потому все атомы сцеплены в единую решетку. А если их с теми же связями выстроить попроще — цепочкой? Тогда получится графит, вещество с совсем другими свойствами.

Но в обильной элементами системе, да еще при вездесущем избытке энергии возможна масса вариантов. Образуются углеродные цепочки, увешанные гроздьями других атомов. Миллионы соединений. Целая наука — органическая химия — держится на углеродном скелете.

А размеры молекул? Как всегда, существует предел устойчивости в данных условиях. Как всегда, он нарушается. Громоздкие молекулы распадаются на более скромные соединения. Порой случается по-иному. Скажем, есть цепочка из шести атомов углерода. По бокам у нее свободные связи заняты водородами. Химик говорит, что это нормальный гексан. И советует хранить его аккуратно: при минус 95 градусах вещество плавится,

при плюс 69 — кипит. Очень нестойкое соединение. Об усложнении уж и говорить нечего, и так на пределе возможного. Но если крайние атомы цепочки установят связь друг с другом, образуется углеродное колечко. Вроде бы те же шесть атомов углерода, то же количество связей. Однако химик говорит: ну так это же совсем другое дело, у нас получился циклогексан, он значительно устойчивее — плавится при плюс 7 градусах, кипит при плюс 81.

Кольцо — более сложная конструкция, нежели простая цепочка. И кольцо, оказывается, вероятнее для данной системы.

Тем и хороша природа, что никогда не может исчерпать своих возможностей. Образование колец — совсем не предел. Они могут сплетаться друг с другом: древний кузнец и современные устроители олимпиад не первые додумались до этого. Да и не обязательно кольца. Цепочка может складываться в гармошку, в клубок, свернуться в спираль.

Очевидно, тут уже мало грубых взаимодействий по типу: не хватает электрона — объединись с соседом. Само объединение приводит к появлению разных деликатных моментов. Ведь электроны атомов и молекул стремятся к состоянию с наименьшей энергией. И на них воздействуют ядра нескольких составляющих молекулу атомов. В результате молекула чаще всего оказывается несимметричной.

Если два атома водорода в своем стремлении к минимуму энергии объединяют свои единственные электроны в электронную пару, оба водородных ядра — протона — одинаковы и распределяют свои силы поровну. Оба на равных правах пользуются электронной парой, сообщая возникшей молекуле весьма симметричную форму.

Но стоит атому водорода, во исполнение того же закона, объединиться с атомом углерода — и картина меняется. То есть принцип тот же, оба атома получают возможность использовать электрон соседа. Но сравнительно массивное ядро углерода обладает большим притяжением. Ядерный заряд водорода оказывается неполностью экранированным. И молекула соединения получается слегка кривобокой что ли. Она приобретает свойство полярности. Между ее полюсами возникает электрическое поле. Она способна притягивать другие полярные молекулы, а также наводить, индуцировать полярность в заведомо сим-

метричных молекулах. И те, в свою очередь, становятся электрически активными, вызывая слабые взаимодействия между молекулами, между частями молекулы различной силы, различной продолжительности. Любое внешнее влияние (а они непрерывны) вызывает изменение, колебания, перестройку этой подвижной картины.

ПОКОЙ НАМ ТОЛЬКО СНИТСЯ

Если исключить нашу уверенность в собственной правоте, что самое прочное на свете?

Конечно, атом.

Вот я прочел в книжке, что как раз сейчас, может быть, вдыхаю атом гелия, который выдохнул в свое время Гомер. Ничего ему будто бы не делается, атому. Тем более благородному. На нем даже зарубки не поставишь. Летал себе под небом Эллады. И еще раньше втягивался в звериные ноздри прапраисследователя.

И мне становится возвышенно, спокойно и... скучно. Веет чем-то солидным, демокритовым: есть, есть они, кирпичи Вселенной, вечные и нетленные; из них сложен наш мир, как хеопсова пирамида...

Нам удобно так думать. И когда мы говорим о химической перестройке вещества, о перемещениях атомов — иногда воображаем это как перестановку кирпичей. А молекулу рисуем в виде скелета, распятого на вечные времена. Или строим абстрактную скульптуру из проволоки с разноцветными шариками. Главное — неподвижность. И это помогает нам в смысле порядка.

Есть прочность покоя, придуманная нами, и есть устойчивость движения, возникающая из хаотических случайностей. Динамическая система атома существует только благодаря движению. Сами частицы ядра, солидные протоны и нейтроны, остаются вместе только потому, что непрерывно по очереди избавляются от избытка энергии.

Электронные оболочки, окружающие ядро, можно представлять даже в виде неподвижных хрустальных сфер, которыми наши предки окружали Землю. Это может быть полезным в каком-нибудь частном случае, но не соответствует подвижной действительности: атом как целое существует только благодаря непрерывной перестройке его частей.

То же и в сложной молекуле. Каждый квант энергии, проникающий в систему, не только изменяет «высоту» какого-либо конкретного электрона, он отражается на всей общей электронной оболочке, на этом «размазанном» электронном облаке. Он приводит к новым изменениям во всей молекуле и в отношениях между молекулами.

Ядра, атомы, молекулы — системы, обменивающиеся с внешней средой или энергией, или энергией и веществом. Закрытые или открытые. Но не изолированные. Влияние соседей, поток энергии из недр Земли, со стороны Солнца, дальнейшее галактическое излучение — все обрушивается на несчастный комочек вещества, только успевай отбиваться, вздрагивать и перестраиваться.

По Луи де Бройлю, «...в обычных условиях один кубический сантиметр газа содержит около 10^{19} атомов, каждый из которых испытывает приблизительно 10^{10} соударений в секунду».

Хаос! Не может в таком бедламе возникнуть что-нибудь путное, кроме примитивных веществ, вроде золота или соли. Да, закон действует, и вещество стремится к усложнению. Но чем сложнее молекула, тем неустойчивее она будет на своих бечевочках, на слабых взаимодействиях, пытающихся удержать ее в такую бурю: ведь целых 10 000 000 000 ударов в секунду, и каждый может оказаться трагическим.

Оказывается, и на планете, несравненно более прохладной, нежели звездный котел, действует то же правило; вещество сумело в какой-то мере подняться по ступеням сложности и снова остановилось перед энтропийной преградой, порожденной этим стремлением к сложности. Как избавиться от разрушительного теплового действия?

Так хорошо началось развитие мира: ядра, атомы, молекулы выстроились в один ряд, в движении, в усложнении, и вот — сами себя губят. Не будет красивых цепочек. Спиралей тем более. Нужен демон вроде максвелловского, чтобы он заботливо удалял из системы тепло, возникающее при усложнении вещества, эту «лишнюю» энергию. Но демона нет.

А нужен ли он? Ведь система не изолирована от внешнего мира.

ПОТОЧНЫЙ МЕТОД

Куда всегда девалась «лишняя» энергия? Она переходила из горячей зоны в более холодную, стремясь ликвидировать разность потенциалов. И вещество, унесшее эту энергию, сохраняло свой уровень сложности, даже могло повысить его сообразно местным условиям. Так что энергия всегда организует какой-то поток вещества в химической системе, путь слабый, но определенно направленный — из зоны реакции. Как бы усилить эту направленность? Тогда и эффект будет более отчетливым.

Вот движется в пространстве юный земной шар. В центре его кипит очередная, вторая по счету адская смесь: образование и распад электронных оболочек. Над поверхностью шара толкуются легкие молекулы газов. А в промежутке относительно спокойно. Вещество выбрало наиболее устойчивые комбинации: попробуй не выбрать, если неустойчивые распадаются и образуют то, что может существовать в данных условиях.

Шар остывает. Трещины появляются. Через бесчисленные щели свистят газы. Из внутренних зон повышенного давления они вырываются на поверхность. Да это же открытые системы, недурно организованные!

По работе гейзеров можно проверять часы на протяжении очень-очень многих лет. А много ли нужно времени для химического превращения? Миг. За этот миг совершается привычная работа, усложнение конструкций. То есть она шла непрерывно и в глубине. Но «лишняя» энергия тотчас низводила все содеянное до прежнего уровня, приличествующего данным условиям.

Условия изменились. Вещество стремится к усложнению. В этот миг его выбрасывают. «Лишняя» энергия улетучивается в наружный холод, передается молекулам внешней среды. А возникшая конструкция повышенной сложности остается таковой. Некому ее разрушить.

И по сей день из далеких глубин, где температура позволяет существовать лишь простейшим молекулам, а может быть, и только атомам, хлещет струя воды, смешанной с огромным количеством разнообразных веществ повышенной сложности. Достаточно указать, что в этом сплаве присутствуют органические соединения.

«Органические» — значит, порожденные организмами, жизнью, и никак иначе. Сам великий Берцелиус, автор термина, сказал, что иначе не может быть никогда. А его

ученик Фридрих Вёлер взял цианистый калий и сернокислый аммоний — соединения явно неорганические — и получил из них мочевины, органическое вещество. К «изумлению окружающих».

Правда, мочевины была получена с косвенным участием живого существа. Это существо в лице Вёлера смешивало, подогревало и охлаждало. Но все эти операции могут идти и без его помощи. Технология копирует природу.

Шумит струя горячего пара, изливая из простейшей глубины, через косные породы, на поверхность голой, безжизненной Земли продукты органического синтеза — сотнями, тысячами тонн. А организмов нет.

И навстречу ей, из верхних слоев атмосферы, устремляется такой же сплав. Там, наверху, молекулы водорода и кислорода, аммиака, метана, углекислоты — сплошь неорганические — под воздействием солнечных лучей ищут свое наиболее выгодное сочетание, растворяются в каплях возникающей воды и с нею выпадают из «горячей зоны» реакции вниз на землю. На их место приходят другие легкие молекулы газов. Открытая система, организованная силой тяжести.

Растет первобытный океан, перемешивают штормы его содержимое — раствор органических веществ, увы, неорганического происхождения. Кипит очередная похлебка, третье по счету блюдо — после ядерного в звезде и атомного в глубинах планеты — на уровне молекул...

Не слишком ли это самонадеянно? Надо бы проверить, как было дело. При отсутствии любимого транспорта популяризаторов — машины времени — прямая проверка затруднительна. Но косвенная возможна. Надо создать условия: если сто раз в опыте получится одно и то же, значит, и там, в прошлом, при этих условиях, по-видимому, могло произойти такое. Сами условия тоже уточняются в других сериях опытов.

Многочисленной проверкой показано: смесь газов, моделирующая первичную атмосферу Земли, при воздействии энергии дает такие соединения, что их и не выговоришь. Вот продукты реакции, полученные таким путем: глицин, аланин, саркозин, бета-аланин, кислоты — аспарагиновая, глютаминовая, иминодиуксусная, муравьиная, пропионовая, иминоацетопропионовая... Можно еще долго перечислять. И все это из скудной смеси простейших молекул.

Пробовали вводить «разную» энергию: ультрафиолетовое излучение (как от Солнца), искровой разряд (гроза),

подогрев (раскаленная щель в коре земного шара). Получались продукты в разном количестве, но всегда среди них — органические.

Ну и что?

Кто-то из современных генетиков сказал, что некоторые наши теперешние попытки вмешаться в наследственность подобны стараниям улучшить мраморную статую путем обстрела ее из крупнокалиберного пулемета. Что-то подобное сквозит и в этих опытах.

Экспериментатор «обстрелял» смесь газов из орудий различного калибра. И природа показала, в каком направлении изменяется вещество под воздействием Второго начала. Не больше. Но и не меньше. По сути дела, подтвердила тот принцип, который мы прослеживаем «в разных лицах».

...Герой фантастического рассказа вылил в бассейн кучу реактивов без разбору, обрушил на них все кары небесные, вплоть до рентгеновского излучения, и в бассейне возникли ползающие комки, твари, которые начали быстро-быстро размножаться и жрать друг друга со страшной силой. Ловкие съели тихонь, потом издох последний. Этакая розовая мечта — одним махом родилась жизнь во всем ее великолепии.

Ничего там не могло родиться, в этой ванне. Потому что жизнь — штука деликатная, и основана она, как это ни странно, на порядке. Попробуем поискать этот порядок, тихие знергонотоки, без привлечения громов и молний.

БЛАГОРОДНЫЕ ПРОВОКАТОРЫ

Давно ли мы бросались миллионами градусов? И вот уже счет идет на десятки и единицы. Слишком хрупкими становятся возникающие конструкции — при сравнительно небольшом повышении температуры они устраняются, сменяясь более простыми. А в отсутствие «лишней» энергии вообще ничего не случается.

Усложняться можно, только разрушаясь.

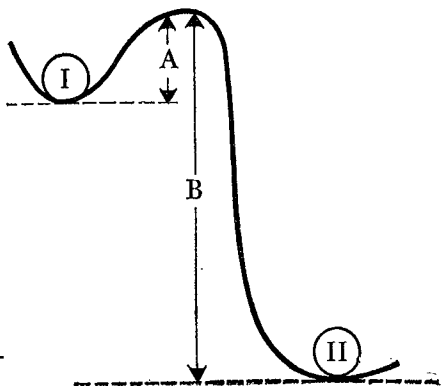
Возьмем молекулу перекиси водорода: два атома водорода, два кислорода. Нестойкое соединение. Оно распадается на кислород и воду. При малейшем энергетическом воздействии.

Сама молекула без внешнего воздействия ни за что не распадется: существует энергетический барьер, активационный порог, который следует преодолеть.

Этот порог часто изображают в таком виде, как у нас на рис. 2.

Вот лежит камень I, которому хорошо бы скатиться к камню II, есть у него такая законная энтропийная тенденция. Но для этого надо сперва подняться на маленький пригорочек. То есть получить откуда-то энергию. Совсем немножко. Потом он ее возвратит с лихвой: на рисунке видно, что, если вы дадите камню энергию в количестве A, он с вами рассчитается количеством B, значительно большим.

И всегда по рисунку кажется, что лежит он, одинокий камень I, неподвижно и дремлет, тщетно мечтая о встрече с другим. А на самом деле на него сыплются непрерывные удары, он подпрыгивает в своей лунке и рано или поздно перелетит через барьер. Второй, кстати, ведет себя так же и при определенном воздействии вполне может оказаться в верхней лунке. По тому же закону. Только энергии надо затратить больше — целое количество B, а выдача будет меньше — всего лишь A. Но на этот путь мы как-то реже обращаем внимание под вечным гипнозом суммарного энтропийного потока. Мы заняты судьбой камня I, поскольку его перемещение более вероятно. А судьбы-то могут оказаться взаимосвязанными: несколько первых номеров в силах подбросить один второй номер. Так вот, если заменить камень I молекулой перекиси водорода, а потом ее аккуратно подтолкнуть,



Р и с. 2. «Энергетический барьер»

что произойдет? И чем подтолкнуть без громов и молний?

Странные вещества бывают на свете. С одной стороны, вроде бы участвуют в реакциях. А посмотришь — опять такие же. Не убывают и не меняются после рабочего акта. Это катализаторы. Они не нарушают никаких законов. Просто помогают им скорее осуществиться. В конце концов, природе все равно, с чьей помощью прошла реакция, лишь бы в итоге энтропия росла.

Иёнс Якоб Берцелиус, назвав это явление катализом, наделил его таинственной силой. Знаменитый химик, славно поработавший на своем веку, вообще любил таинственные силы. Ведь и органические вещества, по его утверждению, могут создаваться лишь при участии «жизненной силы» божьих тварей, и никак иначе.

Катализатор снабжает молекулу энергией для прыжка через порожек. И тотчас забирает отданное в долг. Возле нашей молекулы тоже может оказаться представитель этого племени — ион железа. Дело случая. Он способен отдавать и получать электрон. Мгновение — и перекись водорода исчезла, новая молекула воды примкнула к полчищам собратьев, а осиротевший атом кислорода ринулся на поиски другого атома, с которым можно было бы поделиться избытком энергии. Он может вернуть должок иону железа. А может и не возвращать. Тогда за бывшую перекись водорода рассчитываются другие.

Эти «другие» могут оказаться тоже перекисью водорода. И кислородный атом в своем стремлении избавиться от «лишней» энергии разрушит молекулу без катализатора. Но в обильной элементами системе вариантов масса. Рядом могут оказаться иные, довольно громоздкие конструкции, сама судьба которых — подвергнуться уничтожению под влиянием малозаметного кванта. И квант непременно залетает со стороны. Происходит глубокая перестройка, целый электрон оказывается лишним, он бы натворил бед, однако катализатору — иону железа — как раз не хватает этого электрона. Две-три молекулы, столь удачно избавившиеся от «лишней» энергии, сливаются в одну, еще более громоздкую. Закон минимума соблюден. И подзарядившийся катализатор опять готов к действию.

Вспомните наш стакан с каплей акварели. Если каким-нибудь способом убрать частицы краски из одной половины стакана, оставшиеся тотчас займут их место:

произойдет новое выравнивание концентрации. Так и в реакции, начавшейся по нашей воле с молекулы перекиси водорода. «Сырье» притекает со стороны. Продукты реакции утекают на сторону. А в центре, в самой горячей точке, неутомимо трудится катализатор, организующий этот поток. Он беспрестанно перебрасывает часть энергии от продукта к сырью. И сырье, распадаясь, немедленно становится более сложным.

Так может длиться, пока катализатор не «отравят» продукты реакции: они закроют его, а значит, и доступ к сырью. Поток нарушен. Некому заботливо и вовремя перебрасывать «лишние» электроны. Молекулы разрушаются под влиянием бездомной энтропии. Хаос. Система выбыла из игры.

Но бывает и по-другому.

В молекуле порфирина, весьма сложного соединения, в центре замурован ион железа, который помогал в предыдущем мысленном эксперименте распасться перекиси водорода. И самое главное — пленник работает. Да еще как: в тысячу раз эффективнее, чем на свободе.

Доказано, что порфирин может возникнуть в смеси простых молекул метана, аммиака, воды и водорода под действием электрического разряда. Как результат нескольких реакций окисления. В присутствии катализатора скорость его образования увеличивается. «Можно ожидать, — пишет М. Кальвин, один из крупнейших американских биохимиков, — что этому процессу содействует наличие железа и перекиси водорода...» Достаточно объяснимо: если перекись водорода в присутствии иона железа распадается на кислород и воду, а кислород — хороший окислитель, что же ему еще делать, как не ускорять реакции окисления? Скелеты порфирина образуются быстрее. Но если ион железа включен в молекулу порфирина — он выдает тысячу норм кислорода за смену.

Значит, присутствие порфирина катализирует синтез таких же молекул из простейшего сырья. Упорядоченно, без громов и молний. На фоне других неорганизованно текущих реакций начинает работать специализированный комбинат по выпуску порфирина. Не потому, что это вещество лучше других или нужнее других. А потому, что сырье на него расходуется в тысячу раз быстрее. Остальные предприятия, черпающие материалы из общего фонда, не выполняют план. Закрываются. И это замечательно.

ДА ЗДРАВСТВУЕТ ПОРЯДОК!

Сложная молекула создает из хаоса свои копии. Потрясающее событие, нечто новенькое в мире вещества. Правда, не совсем новенькое. Где-то там, наверху в атмосфере, трехатомное сочетание — два водорода и один кислород — вызвало повальную моду среди двухатомных молекул газовой смеси. Внешне похоже.

Однако молекулы воды возникали каждая сама по себе, единственно в силу энтропийного устремления. А порфи́рин, это бродячее кольцо, сложно устроенное, с мерцающим посередине каталитическим центром, организует шесть актов окисления, прежде чем повторит себя. Конечно, во исполнение того же закона. Но уровень этого исполнения!

При слабой организации такая система вообще не родилась бы. При избытии энергии она бы распалась. Энергия должна поступать крошечными порциями, а энтропийные излишки заботливо удаляться из системы. Любой перегрев грозит ее разрушением.

А если все хорошо — система исправно штампует самое себя. Потери всегда есть, но чем точнее организован процесс, тем больше энергии «упаковано» в виде внутримолекулярных связей, а значит, меньше ее выделяется в бесприютной и разрушительной тепловой форме.

Система утвердилась во времени не вечным покоем демокритового кирпича, а непрерывным скольжением на скате волны, на потоке энергии и вещества.

Спортом богов и героев назвал Джек Лондон катание на досках в океанском прибое. Каждый герой хочет подняться повыше. У каждого свои возможности. Далеко внизу скользят атомы с их чрезмерной замкнутостью, слишком устойчивые молекулы, рушатся хрупкие, но малоспособные к повторению крупные молекулы и их случайные сочетания. Система реакций, оснащенная собственными катализаторами, сохранила качества предшественников — своих составных частей, но она развила их, поднялась выше на скат волны и упрямо карабкается наверх, потому что в этом принцип ее существования: **остановишься — не восстановишься.**

Конечно, она погибнет. Но вот избыток продукции...

Каждая дочерняя молекула способна, если позволят условия, повторять себя. Скорей всего, это ей не удастся. Слишком много энергии бушует вокруг. И все-таки...

Земная кора остывает. Поток ультрафиолетовых — самых активных — лучей Солнца завяз в озоновом экране, тонюсеньком слое трехатомного кислорода, который сами же лучи и породили в верхнем этаже атмосферы. Конечно, часть ультрафиолетового потока прорывается сквозь экран. Но в нижних слоях атмосферы — углекислота. Пятьсот метров углекислого газа по защитным свойствам равны озоновому экрану. Еще ниже — океан. Десятиметровый слой воды — то же, что озоновый экран.

Ливень космических ядер и частиц, пробившись сквозь эти преграды, уже достаточно ослаблен — сила не та, не первоначальная.

Пожалуй, молекула порфирина может уцелеть. Да не только она. Масса других сложных молекул обитает на Земле. Любая из них по закону минимума, в присутствии катализаторов, да еще при их возрастающей активности стремится освободиться от части энергии. В результате появляются новые сложные конструкции. «Винюваты» в этом катализаторы. И возникающие с их помощью открытые микросистемы. И внешние условия, позволяющие существовать таким системам. И Второе начало термодинамики.

...На притихшей, остывающей Земле начинают твориться странные дела. Кругом мириады каталитических систем разной сложности, разной устойчивости. Они уже взаимодействуют друг с другом. И ускоряют работу, больше потребляют сырья. Другие остаются ни с чем. Оборвался приток сырья — нет продукции, не с чем выносить «лишнюю» энергию. Растет энтропия внутри системы, падает устойчивость: система переходит в более вероятное состояние — распадается. Остановишься — не восстановишься.

Это действительно странные системы. Они существуют потому, что... существовать не могут. Они маловероятны. Единственное, что в них по-настоящему надежно — сам принцип работы: непрерывный приток энергии и вещества, позволяющий устранять из системы энергию. Разумеется, вместе с веществом.

Большинство из них сходит с дистанции. А некоторые продвигаются дальше, по пути невероятному. Удлиняются цепочки реакций. Растет их сопряженность. Кое-где цепи уже сплетаются в циклы — так еще устойчивее. И сама молекула с каталитическим центром утрачивает самостоятельность. Возникает целый комплекс участников

работы. По отдельности они существовать не могут. Превращаются в сырье.

Но пока этого не случилось, готовая продукция идет потоком. И предъявляется для оценки самому безжалостному ОТК на свете — естественному отбору.

Стоп! — скажут мне. Естественный отбор существует только в биологической эволюции. В нем всегда участвуют среда и живые организмы. А до биологической эволюции еще очень и очень далеко.

Хищник устраняет легкодоступных представителей жертвы. Это естественный отбор. Жертва становится крепче. Легконогие зайцы оставляют голодным медлительного волка. Заяц ведет естественный отбор среди волков.

В болоте что-то случилось, температура воды поднялась на пять градусов. Из десяти видов амёб в новых условиях выжили девять. Тоже естественный отбор.

Но если по причине тех же пяти градусов из миллиарда похожих каталитических систем осталась одна — это уже не естественный отбор. Или естественный, но не отбор. И в случаях, когда наблюдается что-то похожее, а другого слова не подобрать, приличия требуют писать слово «отбор» в кавычках. Или объясниться, что вот, мол, имеет место такое странное явление на добиологическом уровне. Хотя в неживом мире такого быть не может.

А каталитическая система явно неживая.

Открытая, динамически устойчивая. Физико-химическая система, обладающая качествами самокатализа, саморегуляции, саморазвития и самовоспроизведения, похожа на жизнь не более чем бамбуковая палка, движимая порохом, на космический корабль. Но и ничуть не менее: принцип-то один.

И во имя принципа вполне естественным путем идет отбор на всех уровнях сложности вещества, заканчиваясь тем же, что и в жизни, — устранением непригодных комбинаций из дальнейшей игры.

Везде на фоне общего увеличения энтропии вещество стремится к усложнению. В рамках, дозволенных средой. То есть энергией же, именно ее энтропийной частью. Сложность, несоответствующая данной среде, устраняется путем теплового разрушения. И тотчас возникает в ином виде, в силу закона минимума.

Чем меньше энергии в среде, тем сложнее допустимые конструкции вещества, построенные с помощью той

же энергии. Энергия усложняет — энергия упрощает. «Противоречия, не исключают, но дополняют друг друга»: свободная энергия, стремящаяся путем усложнения вещества частично перейти в теплоту, и теплота, разрушающая, препятствующая строительству.

Ормузд и Ариман, единоутробные братья и вечные враги.

На рис. 3 изображен могучий поток энтропийного хаоса и вызванная этим вечным стремлением восходящая ветвь сложностей в виде химических связей, все более

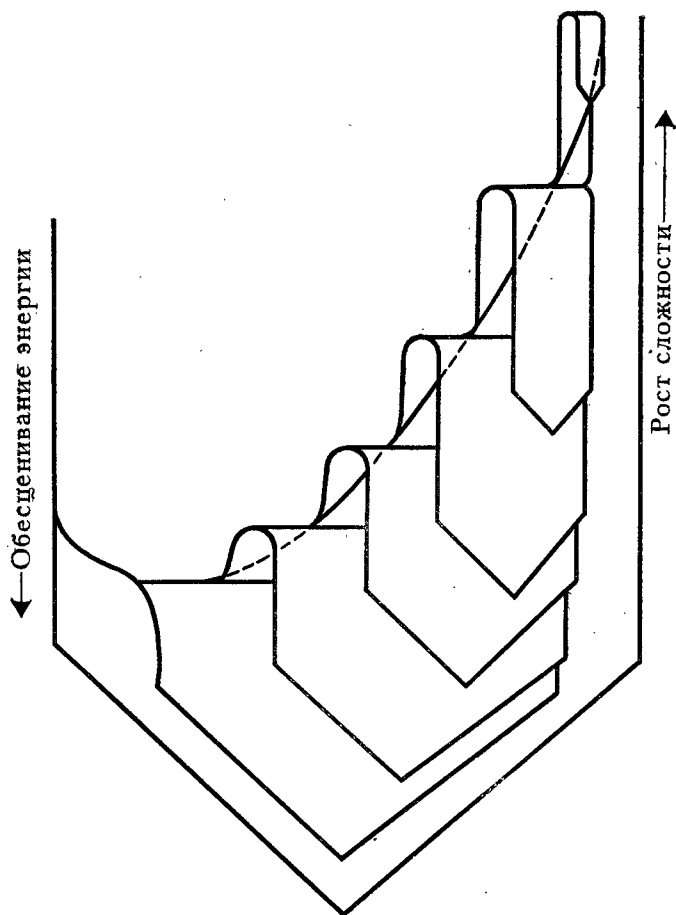


Рис. 3. Энтропия и сложность

уменьшающаяся, и линия отбора — постоянного отбора на каждом уровне сложности. Чем выше, тем строже условия отбора, тем меньше диапазон, в котором могут существовать возникшие системы.

Здесь нет нарушения закона. Закон гласит: всякая работа сопровождается увеличением энтропии. Но это единый процесс: с наименьшим основанием можно сказать, что рост энтропии сопровождается работой. А работа у вещества одна — усложнение под контролем отбора.

В звездном пекле идет ядерный синтез.

Часть ядер способна образовать устойчивые атомы.

Часть атомов слагается в молекулы.

Еще меньшая часть их может образовать сложные органические вещества.

И уж совсем немногие из возникших комбинаций в узком диапазоне условий обретают способность «активно» избавляться от нарастающей энтропии, от ее разрушительного теплового действия с помощью непрерывного притока вещества и энергии — клин вышибают клином.

Менее десятка химических элементов — главный наполнитель каталитических ячеек, составляющих живое вещество Земли. Остальное — микродобавки. Но эта скудость материала не мешает возникновению бесконечного множества сочетаний в узких температурных пределах жидкого состояния воды.

И Природа со своей вечной загадочной улыбкой задерживает занавес над таинством возникновения жизни.

Тютчев писал:

Природа — сфинкс. И тем она верней
Своим искусом губит человека;
Что, может статься, никакой от века
Загадки нет и не было у ней...

Действительно, что если эта загадочная улыбка сфинкса-Природы отчасти придумана нами? Мы так стараемся поделить весь мир на кусочки железными, неодолимыми границами, что сами начинаем верить в них.

Границы необходимы. Прежде чем исследовать какой-либо предмет или явление, надо выделить данный объект из окружающих. Так повелось с незапамятных времен. Так и теперь ведется. Добрая половина всех научных споров относится к определениям, к дефинициям: сие есть то-то, а не иное. Но как это трудно сделать!

И вот — жизнь. Явление, существующее по собственным, высшим, специфическим законам. Говорят, что из определений «что есть жизнь» можно составить толстую монографию. А они все множатся. Все разные, но в чем-то схожие: во-первых, они не исчерпывают существо жизни; во-вторых, проводят границу — дальше нельзя, дальше свои законы. Все верно. Но мир-то един! И при всем нашем уважении к границам мы, как и ранее, не будем искать отметку, похожую на столб между Европой и Азией, разделительную полосу, возле которой две родственные системы следует называть по-разному: одну живой, другую неживой. Несмотря на резкие отличия, обе они принадлежат к одному миру, возникли по одному закону.

«В наши дни становится все более и более очевидным,— пишет академик А. И. Опарин,— что познание сущности жизни возможно только через познание ее происхождения. Вместе с тем сейчас это происхождение уже не представляется чем-то совершенно загадочным, как это было еще недавно. Перед нами все отчетливее вырисовываются те реальные пути, по которым осуществлялось возникновение жизни на Земле. Оно могло произойти только как неотъемлемая составная часть общего исторического развития нашей планеты. Имеющиеся в нашем распоряжении факты показывают, что возникновение жизни представляло собой длительный и односторонне направленный процесс постепенного усложнения органических веществ и формировавшихся из них целостных систем, находившихся в постоянном взаимодействии с окружающей их внешней средой...

Всякое необходимое для жизни звено обмена с чисто химической точки зрения может быть реализовано очень большим числом вариаций тех или иных сочетаний химических процессов без того, чтобы они сколько-либо противоречили законам физики и химии. Но в процессе развития жизни из всех этих многочисленных химических возможностей естественный отбор сохранил для дальнейшего развития только некоторые единичные комбинации реакций, которые затем стали передаваться из рода в род, из поколения в поколение... Однако вместе с тем здесь в особенности нужно подчеркнуть то, что это постоянство не может быть определено только общими законами химической кинетики или термодинамики».

Раскрыв глаза, гляжу на яркий свет
И слышу сердца ровное биенье,
И этих строк размеренное пенье,
И мыслимую музыку планет.
Все — ритм и бег. Бесцельное стремленье!
Но страшен миг, когда стремленья нет.
Иван Бунин

Отсюда, из мира живых существ, многое видится по-другому. Начать с того, что жизнь не имеет права на существование. По законам термодинамики. Так говорят некоторые. Научой о невероятном назвал биологию А. Сцент-Дьердьи, известный биофизик, лауреат Нобелевской премии.

Где вы видели, чтобы дом строили путем его разрушения? Закон утверждает: при образовании энтропии увеличивается беспорядок, рассеяние: была капля акварели — и нет ее. А тут нате — жизнь! Будто вся растворенная в стакане воды акварель сама собой собралась в каплю. Сторонник Второго начала уже набирает воздуха для традиционного «этого не может быть...», но вовремя задумывается.

— Жизнь — случайность, — говорит он. И приводит старый добрый пример, столь любимый теоретиками. Если взять много-много чайников с водой и поставить их на холодную плиту, один из них может закипеть. Если плита достаточно большая. Можно и без плиты. Но чайников

надо очень много. Всю планету переделать на чайники или Солнечную систему. Или еще больше.

Энтропийный закон носит статистико-вероятностный характер. Он выведен из случайного движения молекул. На двух молекулах такой закон не построишь. В достаточно большой системе эти молекулы — носительницы энергии — стремятся к равномерному расположению. В среднем. И энергия у них в среднем стремится быть одинаковой. Но всегда может случиться, что несколько молекул с большой энергией временно окажутся рядом. Мы уже знаем это явление. Флуктуация. В следующий миг флуктуация возникнет в другом месте.

А в сверхогромной системе и флуктуация может быть больше, настолько, что, будучи случайно в районе одного из бесчисленных чайников, может вскипятить его. Что отнюдь не противоречит закону, справедливому для чайников в целом.

Так вот, почему бы и жизни не возникнуть так же случайно? Это единственный, кажется, способ примирить ее с законом. Гигантская флуктуация — и все.

Надо подсчитать возможность такого события. Растет гора чисел с длинными хвостами. Они не исключают вероятность случайного возникновения молекулы ДНК. Что-то около 10^{-800} . Воображению не поддается.

Джон Бернал: «Картина одинокой молекулы ДНК на отмели первичного океана, производящей всю остальную жизнь, была еще менее правдоподобной, чем миф об Адаме и Еве в райском саду».

К тому же разве одиночная молекула ДНК — это уже жизнь? Чтобы стать необходимейшей частью, «деталью» такого явления, как жизнь, она должна была прежде всего утратить самостоятельность и превратиться в рядового члена сложнейшей системы реакций. Должна была появиться живая клетка со всем ее сложнейшим хозяйством — митохондриями, мембранами, рибосомами и прочая и прочая. То есть должны были проявиться случайности и вовсе невероятные — не то, что чайник вскипятить на холодной плите.

Но жизнь тем не менее существует.

И поклонник Второго начала под ироническим взглядом своего коллеги-оппонента разводит руками.

— То-то же, — доносится из дальнего-дальнего лагера: это идеалисты прислушиваются к спору двух кол-

лег.— А у нас все просто: вначале был Дух, потом чудеса...

Коллега-оппонент — человек не злорадный. Но он за справедливость. И потому, стоя на твердых материалистических позициях, предлагает приличный выход из положения. Вот что, давайте разделимся. Проведем четкую границу. Термодинамика — одно, а жизнь — совсем-совсем другое. Кесарево — кесарю. Жизнь не подчиняется вашим мертвым законам. Ибо это удивительное, уникальное, несводимое...

— Вот именно, — хвалят из дальнего лагеря, — Богу — богово...

Борец за справедливость щедро расходует энергию во имя особого и неповторимого явления жизни. Расходует количественно и качественно, в строгом соответствии с законами термодинамики. И потому имеет право на существование в этом мире, где случайности хотя и бывают, но в законных пределах.

Тогда почему же сам сторонник Второго начала недоуменно разводит руками — вроде живу, а вроде не положено? Да потому, что он рассматривает жизнь в лучших классических канонах своей науки — как изолированную термодинамическую систему, состоящую из химически нейтральных частиц, только и способных на то, чтобы более или менее поровну распределять энергию между собой, но отнюдь не создавать что-нибудь сложное.

Его противник прав, отвергая пассивную толчею молекул в качестве закона жизни. Но в своем отрицании он идет дальше. Значит, жизнь есть удивительный островок в мире распада, развивающийся противоположно всему остальному. Антиэнтропийный центр Вселенной. И он растет!

Три атома, не по своей воле объединившиеся в молекулу воды, а тем более кристаллик льда, сумеют они представить себя изолированной системой, могли бы возгордиться: возник антиэнтропийный центр Вселенной. Потому что в их пределах энтропия уменьшилась. Но за пределами-то увеличилась...

В реальном мире даже смесь простейших газов, как мы видели, увеличивает химическое разнообразие; неизбежно идя по великому энтропийному пути, наращивает сложность молекул. Потому что при этом количество свободной энергии уменьшается для системы в целом. Но в некоторых ее частях свободная энергия концентрируется.

И этот закономерный процесс не имеет ничего общего со случайной флуктуацией, может быть, и способной вскипятить чайник. А может быть, и нет.

Если мир един, если эволюция вещества едина, наивысшая сложность — жизнь — возникает по тому же закону, что и маленькая сложность — молекула воды. Что не исключает собственных законов жизни.

БРИТВА ОККАМА

На примере учения «о теплоте и стуже» мы могли увидеть направление, в котором развивается знание: от частного к общему. Мир дается нам в частностях. Мы сами за мельтешением этих частностей должны разглядеть глубинные причины, их порождающие, общие законы, их объединяющие.

Вот некоторые этапы движения к общему в биологии.

Сперва, конечно, раскладка по полочкам: сие есть жизнь. Старинные бестиарии и травники — опись животных и растений. Классификация великого систематика Линнея. Вереница ископаемых чудищ. Все более упорядоченный, все более реальный, но застывший во времени мир, как часы без завода.

Теория Дарвина. Могучий импульс, осветивший единое и бесконечно разнообразное развитие живых форм. Часы двинулись, они отсчитывают Эволюцию.

Клеточная теория. Единство строения: все живое из клеток.

Концепция биохимической универсальности. Сами клетки собраны из одинакового материала. Везде белок и ДНК. Общность реакций «в ухе слона и в лепестке фиалки».

Генетика. Не только материал, но и программа работы оказалась в принципе общей: «копирование» оригинала с поправками на внешнюю среду.

Экология: живые организмы связаны не только во времени, но и в пространстве...

Каждая ступень в движении к общему бралась с бою. Важность их, влияние на прогресс науки не требуют доказательств. Однако все эти этапы находятся «внутри» явления жизни. Надо идти дальше. Экология прямо указывает на это: не только организмы взаимосвязаны, их связи с неживой материей не менее важны. В биогеоцено-

зе — природном комплексе организмов и среды — нельзя безбодезненно отделить «био» от «гео». В тех случаях, когда это делается бесконтрольно, мы получаем обескураживающие результаты.

Но не только связи в пространстве. Помимо связей, должно быть и родство живого — неживого. Иначе где же единство мира?

И вот тут начинаются разночтения классиков. Прежние сомнения на новый лад. Разве биологическая форма движения материи не есть более высокая по отношению к химической и прочим, что ни говори, простейшим формам? Правомерно ли сведение сложных и необъятных в своем разнообразии явлений жизни к вульгарным перемещениям атомов?

Если «да» — значит, законы жизни суть вторичные, производные от фундаментальных положений «низшего» уровня. Вроде бы не главные.

А если «нет»? Тогда возникают неприятные сомнения в происхождении жизни из более простых форм вещества при развитии этих форм по законам неживой материи, безо всякой там непознаваемой «жизненной силы».

Да или нет? Третьего как будто бы не дано.

Иногда, слушая подобные споры, сам поневоле раздваиваешься. С одной стороны, было бы неплохо свести все разнообразие жизненных проявлений к чему-то общему. С другой... Алгеброй — гармонию?! И поднимается в душе что-то дремучее, себялюбивое, типа прошедшего геоцентризма и проходящего, слава богу, антропоцентризма. Биоцентризм, что ли...

А итоги спора давно уже подведены. И сам спор в определенной мере надуман.

В. И. Ленин: «Всякое общее лишь приблизительно охватывает все отдельные предметы. Всякое отдельное неполно входит в общее...»

Потому-то и постоянная беда с этими определениями и границами. Нельзя «свести» жизнь к эволюционной или клеточной теориям, к законам генетики или экологии. Она не уместится. Тем более она не уместается в законах неорганического мира. Но можно — и полезно — проследить общий для неживого и живого закон как одну из глубинных сторон жизни, как признак «кровного» родства жизни с окружающим ее миром. Дети бывают так мало похожи на родителей и всегда сохраняют много общего с ними,

Есть один прием, широко и бесконтрольно используемый нами, людьми, в поисках истины. Покажем его на примере.

Однажды моему другу журналисту представили явный факт — доказательство в давнем споре: отличную фотографию «летающей тарелки», повисшей над мачтами полярной радиостанции. Он не стал привлекать избыточную гипотезу о пришельцах, а поинтересовался, какой маркой фотоаппарата был сделан снимок. А через несколько дней представил свою фотографию. Та же «летающая тарелка» парила над зданием столичной редакции, где работал его уважаемый противник. Сенсация не состоялась. Все дело было в особенностях данной марки фотоаппарата и в условиях съемки.

Мольеровский герой не знал, что он говорит прозой. Мой друг неосознанно применил старинный принцип «экономии мышления». Каждый из нас часто руководствуется этим принципом, получившим название «бритва Оккама». Он гласит: сущностей не следует привлекать сверх необходимого.

Кажется, ученый францисканец Уильям Оккам не говорил так. Но все-таки он говорил очень похожее: «Не следует делать посредством большего то, чего можно достичь посредством меньшего».

«Бритва Оккама» позволила бы, например, Якобу Берцелиусу не привлекать «жизненную силу» для сотворения органических веществ. Или Лавуазье — отказаться от теплорода.

Но пользоваться ею надо осторожно. Бритва — предмет обоюдоострый. Австрийский физик Эрнст Мах, используя принцип экономии мышления, глубоко и справедливо раскритиковал механицизм. А заодно не удержался и отверг атомную теорию.

— Вы видели когда-нибудь атом? — любил он спрашивать у своих противников. И, наконец, так злоупотребил «бритвой Оккама», что дошел до отрицания материи и материалистической философии: дескать, любой физический элемент можно построить из одних ощущений...

Постараемся помнить этот печальный пример в нашем путешествии по биологическому царству. Мы уже и ранее счастливо избежали опасности, связав превращения «голой» энергии с веществом. А вещество, усложняющееся на фоне энтропийной разрухи, привело нас вплотную к воротам жизни. И теперь, войдя в эти ворота, по-

стараясь не «сводить к общему», а осторожно вычленять необходимую энергетическую сущность, помня, что она — одна из многих в сверкающем разнообразии жизненных явлений.

ЭНЕРГИЯ ЖИЗНИ

Пожалуй, начало жизни можно отсчитывать с того момента, как всегда неопределенного, когда вопрос: куда деть «лишнюю» энергию? — поменялся на противоположный: где взять энергию?

Леонардо да Винчи: «Тело, какому бы существу оно ни принадлежало, непрерывно умирает и вновь рождается... подобно пламени свечи... каждое мгновение пламя умирает и вновь полностью возникает вместе с движением питающего его вещества».

Уйма приспособлений для хватания, дробления, растворения этого «питающего вещества» работает на Земле. Не потому, что его атомы очень уж вкусны, а потому, что комбинация этих атомов доступна для извлечения из них энергии, для поддержания пламени жизни.

В сказке Кэролла участники «безумного чаепития» постепенно двигались вокруг стола, пересаживаясь к чистым приборам. У них было постоянное время пить чай.

— Но что происходит, когда вы снова возвращаетесь к началу стола? — осмелилась спросить Алиса.

— Предположим, что мы переменили тему разговора, — прервал ее Мартовский Заяц.

Мы не можем переменить тему. Придется идти к началу стола.

Земной шар покрыт солнечными батареями. Их общая площадь сопоставима с поверхностью Юпитера. Это листья растений. Назначение растений — обеспечить стол «питающим веществом». Но мы-то ищем энергию! Вещества на Земле достаточно. Как оно делается «питающим»? Как в него попадает энергия?

Костяком для органической молекулы, создаваемой растением, служит углекислый газ: атом углерода плюс два атома кислорода. Углерода нужно много. Кислорода значительно меньше. Можно было бы предположить, что из углекислого газа растение вылуцчивает нужный ему углерод, а отходы в виде кислорода выдает нам. А где же энергия?

И тут на первый план выступает еще один элемент — скромный водород, самый маленький в периодической системе. Он пришел из воды. Из воды, которая до краев заполняет все живые организмы, составляя порой более четырех пятых «живого веса». Из воды, которая долгое время считалась нейтральным наполнителем, такой ареной для постановки различных сцен из жизни молекул, средством доставки жизненно необходимых веществ.

Чтобы добыть водород, растение уничтожает молекулы воды. Это нелегко. Мы уже знаем, что вода — очень прочное соединение, прочнее двухатомных молекул водорода и кислорода. Недаром смесь этих газов при незначительном усилии превращается в воду, выбрасывая большое количество «лишней» энергии. Для обратного действия затраты энергии должны быть весьма значительными. И тогда «спокойная» молекула воды распадается на три атома, перенасыщенные энергией, с электронами, пребывающими на возбужденной орбите. О кислороде разговор особый, но два водорода — им просто необходимо соединиться с кем-нибудь, хотя бы друг с другом, чтобы выплеснуть полученный избыток энергии, выделить в какой-либо форме беспокойные кванты, мешающие электрону перейти с возбужденной на основную орбиту.

Вот этой порцией энергии и оперирует растение. Ясно, что она получена от Солнца. Но механизм этой операции еще не изучен до конца. Ведь нужно не просто расщепить молекулу воды, а использовать энергетический эффект этого расщепления для синтеза органических веществ — с тем, чтобы минимум солнечной «силы» превратился в разрушительную теплоту, и максимум — во всяческие связи, сильные и слабые взаимодействия, позволяющие существовать сверхсложным соединениям.

На приеме солнечной энергии, на входе в земную жизнь стоит хлорофилл. Зеленый пигмент, в основе которого наш старый знакомец из неживого мира — порфирин. Его не сразу можно узнать из-за всяких усложнений, боковых цепочек. Но основа его прежняя. Вот только в середине ядра замурован ион магния. А железо, что же, не справилось? Оно справляется, и неплохо, но на своем участке. В молекуле гемоглобина, принадлежащего животным, ядро гема — опять же порфирин, и на сей раз с центральным ионом железа.

Видно, не случайно уцелел порфирин на протяжении миллиардов лет, универсальный «ретранслятор» энергии,

прошедший специализацию с различным уклоном. Он всегда трудится на самом горячем участке. Прочное и химически подвижное кольцо его, само состоящее из колец, направляет поток квантов к обреченной молекуле. Разумеется, одному не справиться. Нужна цепь реакций и структур, нужно совместить прилетевший из дальней дали, за полтора миллиона километров фотон с молекулой воды, разбить ее и получить «горячий» атом водорода, который следует провести по многочисленным ступенькам биохимических превращений. Чем мельче ступеньки, тем безопаснее. И вот результат работы: на входе углекислый газ, вода и солнечная энергия; на выходе — молекула глюкозы. Энергия упакована. Ее можно подавать к столу.

За столом все идет в обратном порядке. Нужен консервный нож — кислород в атомной форме. Он уже наготове. Это бывший кислород воды.

Снова активизируется водород, теперь уже ставший частью сложной органической молекулы. Для этого используется энергия многочисленных ферментов — катализаторов. У хорошего хозяина всегда есть запас. Клетка — отличный хозяин. Емкие и компактные аккумуляторы, в первую очередь знаменитая АТФ, всегда готовы к услугам. А органическая молекула так неустойчива, стоит тронуть катализатором — и из нее потечет энергия для подзарядки тех же аккумуляторов.

И вот «горячие» атомы водорода уже отрываются от молекулы, и сама она съезживается, многократно перестраиваясь до исходной, обесцененной формы — углекислого газа. А водород устремляется в далекий путь, по лесенке ферментов, одаривая их энергией, теряя по дороге даже единственный электрон. В конце лесенки уже ждет кислород. Он хорошо подготовился к встрече с помощью соответствующего фермента, он пышет энергией и с удовольствием примет не одного — пару бедных, ограбленных в пути атомов водорода. И опять образуется молекула воды. Надолго ли?

Такова основная энергодающая реакция земной жизни. Из космоса приходят солнечные лучи. В космос излучаются энтропийные, тепловые «отходы». А посередине потока — великое скопище живого вещества, пронизанное молниеносными движениями водорода: от воды до воды. Бесконечный цикл. Следует еще раз заметить, что главное — не вода, а водород. Некоторые организмы не

пользуются водой, применяя, скажем, сероводород или даже чистый молекулярный водород. И все используют водород собственного тела, водород органических веществ. Но важнейшее превращение — от воды до воды. Зеленые растения уничтожают воду. Животные создают воду. Например, кенгуровая крыса выделяет воды в 10 раз больше, чем получает. Около трехсот граммов воды синтезирует человек за сутки. Воды, который не было.

ВЕЩЕСТВО ЖИЗНИ

Всегда ли стоит так категорично разделять животные и растительные организмы? В них идут одни и те же процессы. Растение не только синтезирует, но и разрушает созданное вещество. Животное пользуется разрушением для синтеза. А в целом часть земного шара, превращенная в органическое вещество, непрерывно движется у грани распада.

По расчетам наиболее «щедрых» авторов, путем основной энергодающей реакции за год на Земле связывается в живое вещество сто пятьдесят миллиардов тонн углерода. Грубо можно принять, что углерод составляет половину сухого веса органического вещества. Тогда полный вес органики, уходящей ежегодно за грань распада, будет около 300 миллиардов тонн. Таковы размеры этого очередного котла природы.

Очень скромные по сравнению с другими котлами.

Голландец Морис Корнелис Эшер, большой любитель странных, обманывающих зрение картин, назвал одну из своих гравюр «Вверх и вниз». Изображена лестница, идущая по верху крепостной стены. Весь фокус в том, что лестница не кончается: она замкнута на себя. И люди, ступающие по ней, все время остаются на одной высоте: то ли опускаются вверх, то ли поднимаются вниз.

Вот так и самое сложное вещество Земли непрерывно движется по лестнице превращений. Свободная энергия, благодетельный Ормузд, гонит его вверх, за предел допустимой сложности. Мрачный Ариман, олицетворение энтропии, теплового разрушения, толкает его вниз. И вещество топчется на одном уровне.

Сколько раз в котлах природы мы наблюдали это зрелище.

Сложность, как всегда, уперлась в потолок, в точку

плавления при температуре существования данного вещества.

Ч. Шеррингтон: «Готовя всю эту химическую смесь, время в течение миллионов лет неустанно мешало и перемешивало колбу, пока не был достигнут конечный результат. Полученная химическая смесь — это отборная смесь».

Наверное, эта «отборная смесь» не очень-то изменилась за время биологической эволюции.

Главное достижение химической сложности — белки с высокими каталитическими свойствами и точно воспроизводящиеся нуклеиновые кислоты. Молекулярный вес этих соединений достигает сотен тысяч и миллионов. Белковая молекула распадается при 60—70 градусах тепла. Катализаторы разрушают ее в животном организме при 37 градусах. Микроорганизмы — термофилы умудряются сохранить белковые молекулы — вероятно, путем ускоренного обмена, — в активном состоянии при 90 градусах. Очень узкий диапазон, буквально щель по сравнению с температурным размахом прежде виденных нами котлов природы. И в этом ничтожном промежутке расцветает удивительное многообразие жизни, красочность форм, которые принимает живое вещество, работающее в зоне собственного плавления.

Вот этот факт — работа живого в зоне собственного плавления — кажется странным, не укладывающимся в сознании и уж во всяком случае уникальным.

Со времен Декарта организм в ряде случаев сравнивают с машиной. И, доказав, что принципиальной разницы нет, тут же спрашивают:

— Где вы видели машину, которая работала бы при температуре своего плавления?

Но мы недаром шли по этапам возрастающей сложности вещества. В каждом котле природы работает такая машина. Ее активные части распадаются и тут же восстанавливаются.

— А где вы видели машину, не изнашивающуюся в процессе работы? — спросим мы, в свою очередь. Живое вещество — как раз область износа. Но износ самоликвидируется. Таково единственное «призвание» этих машин, живых и неживых. Так же ведет себя, например, тощая пленка озона, прикрывающая нас с космоса. Все системы такого рода тяготеют к самовосстановлению. К аутостабилизации.

Вспомним принцип Ле Шателье, сформулированный вначале исключительно для равновесных систем: «Изменение внешних условий физико-химической равновесной системы вызывает в ней реакции, противодействующие производимому изменению».

Скажем, есть линейка, зажатая одним концом. Если свободный конец отогнуть и выпустить из рук, линейка проделает серию затухающих колебаний, «цель» которых — вернуть линейку в прежнее состояние. Так же ведет себя жидкость в сообщающихся сосудах.

Если в уже знакомый нам стакан с акварелью добавить еще каплю краски — система примет меры к восстановлению равновесной концентрации.

Условно изолированные системы, выведенные из равновесия, согласно второму началу стремятся к состоянию покоя, когда вся работа сделана, к максимуму энтропии. Это им удается. Но мы уже знаем, что и прочие системы стремятся к тому же. Самая открытая система, если нарушить ее связь со средой, превратится в изолированную и доведет всю работу до конца. Пока есть поток — ей не удастся сделать это. Возникает промежуточное состояние. Его постоянство зависит от организации потока. В простейших технических устройствах мы сами вручную регулируем поток, например поступление горючего в топку с помощью совковой лопаты. В более сложных, оборудованных разными реле и датчиками, техническая система сама заботится о себе. Но не развивается, потому что она искусственная.

Некоторые естественные системы в своем развитии повышают организацию потока. Равномерность поступления вещества и энергии — залог устойчивости системы. Неустойчивые устраняются отбором. Те, что сохранились, обладают все более высокими способностями аутостабилизации в изменчивой среде, возможностью выбрать и сохранить стационарное состояние, насколько позволяет их сложность.

Но живое вещество достигло предела своей химической сложности. Оно может только тупо стремиться за грань распада. Прогресс кончился? Тогда каким образом получились клетки, многоклеточные организмы, человек? Может быть, есть еще какая-то сложность, кроме химической?

...ПЛЮС ОРГАНИЗАЦИЯ

Две основы жизни — вещество и энергия. Шутливый афоризм гласит: «На чем бы держалась Земля, если бы два кита не нашли себе третьего?» Третий кит для жизни нашелся. Совсем молоденький. Информация.

«Информация есть информация, — сказал Норберт Винер, вручая ей вид на жительство, — это не материя и не энергия». Под материей он подразумевал вещество.

— Не нужно путать содержательный и математический аспекты информации, — тотчас поправили «отца кибернетики».

— Информация суть негэнтропия, — сказали тут же одни.

— Да нет же, с чего вы взяли? — загорячились другие. — Энтропия Шеннона и энтропия Клаузиуса совсем непохожи, а негэнтропия Шредингера — просто выражение такое, энтропия с обратным знаком, то есть понятие энергетическое, однако не в смысле энергии, а... а что?

В 1945 году физик-теоретик Эрвин Шредингер написал книгу «Что такое жизнь? Физический аспект жизненных явлений». Одно из утверждений этой книги гласило: жизнь питается отрицательной энтропией.

Жизнь с точки зрения физика оказалась очень интересным явлением. Книга имела бурный успех. Она выдержала за границей пять изданий. У нас недавно вышло второе. Ученые многих специальностей заинтересовались биологией. Например, Френсис Крик, прочитав книгу, ушел из физики в биологию и стал одним из авторов выдающегося открытия — спирали ДНК.

А отрицательная энтропия, или негэнтропия, прижилась в обиходе. Минус-энтропия. Но поскольку сама энтропия, по мнению некоторых, есть минус свободная энергия, то вроде бы нечего мудрить, негэнтропия — это свободная энергия. Жизнь питается свободной энергией.

Но не так-то все просто. Шредингер подчеркивает: организмы потребляют упорядоченность. Упорядоченное вещество внешней среды. Память тут же услужливо подсовывает идеал упорядоченности — кристалл. Однако кто видел, чтобы организмы (за редким исключением) питались кристаллами — они предпочитают органические молекулы, не столь правильные, но предельно неустойчивые и насыщенные свободной энергией.

Кажется, нет места для негэнтропии. И все-таки тут что-то кроется. Недаром это понятие так часто обсуждают.

Еще в 1901 году русский физик-термодинамик Н. Умов предлагал ввести новый закон: «Мы имеем два закона термодинамики, управляющих процессами природы; мы не имеем закона или понятия, которое бы включило процессы жизни в процессы природы. Существование в природе приспособлений отбора, восстанавливающих стройность и включающих в себя живое, должно, по-видимому, составить содержание этого третьего закона».

И в развитие этого взгляда за сорок лет до рождения негэнтропии было предложено аналогичное понятие «эктропия», то есть тоже — минус-энтропия.

Помощь в объяснении негэнтропии пришла, как часто бывает в науке, со стороны. Кибернетики бурно начали развивать теорию информации, абстрагируя это и без того туманное понятие, выражая поведение информации в формулах. И тут заметили, что формулы образования информации и негэнтропии полностью совпадают.

Все очень обрадовались. Всем стало ясно, что негэнтропия — просто информация. Хотя и неясно, что такое информация. Главное, что негэнтропия встала на свое место. И ее можно измерить. Чем? Информацию измеряют в битах. Негэнтропию все-таки, наверное, надо бы мерить энергетическими единицами. Привели к общему. Получилось, что две величины, представляющие одно и то же, отличаются... в 10 000 000 000 000 000 раз.

И опять все запуталось. Опять стали говорить, что термодинамика, да и вообще энергия, тут ни при чем. Хотя вроде бы и так понятно, что информация не увеличивает химическую сложность молекул в организме, располагающем ею: секретарша директора построена из тех же веществ, что и отсталый продукт средневековья, с трудом заучивавший «Отче наш».

Так что же такое информация?

Во-первых, это сигнал. Сигнал какой-то природы, идущий откуда-то куда-то. На пути ему встречаются самые разные помехи. Теория изучает условия прохождения сигнала, связь его с помехами, с «шумом».

Во-вторых, все сигналы в нашем мире реальны: одно материальное тело передает другому нечто, называемое сигналом. Значит, вещество или энергию.

Получается, Винер неправ? Или он подразумевал под информацией не сигнал?

Одну и ту же книгу читают два близнеца с разным уровнем образования. Они получают разное количество информации. И качество ее разное. Книга не теряет свое вещество, если не считать износа. Она отражает внешнюю энергию света. Судьба этого отражения полностью зависит от способностей читателя. От чувствительности и настройки «приемника сигналов». От степени его организации. В одном «приемнике» оно преобразует связи между элементами коры, состояние этих элементов, в другом — сквозит мимо.

Степень организации системы позволяет ей соотносить свои действия с внешней средой. Организация — это действительно не «материя», то есть не вещество и не энергия. Это уровень сложности системы, количество элементов и, что самое главное, связей между ее элементами.

Количество связей в системе, количество сигналов, которыми могут обмениваться элементы этой системы при поступлении внешнего сигнала, нарушающего стабилизацию, определяют совершенство системы, ее способность поддерживать стационарное состояние, то есть количество внутренней информации, или организация системы.

Если я скажу «живая молекула» — меня поправят: молекула не может быть живой. А две, десять, сто? Вспоминается старинное: сколько песчинок можно назвать кучей песка, если добавлять по одной? Кто-то из ученых в шутку предложил решить проклятую задачу древних приказным порядком: 10 тысяч считать кучей. На песчипку меньше — не куча. Но и миллион молекул, самых лучших, далеко не всегда образуют живое.

По странному совпадению Дж. фон Нейман, один из крупнейших математиков современности, пришел к выводу: в минимально жизнеспособной клетке должно содержаться 10^4 , то есть 10 тысяч бит информации. На один меньше — не жизнь. Системы с меньшей информацией не могут устоять и воспроизводиться.

Правда, некоторые ученые полагают, что свойство информации вообще присуще только живым системам. Тогда расчеты минимальной жизнеспособности теряют смысл. А понятие информации опять повисает в воздухе. Поскольку неживые системы явно располагают информацией, поскольку они тоже организованы, и каждая — на своем уровне сложности может устоять при колебаниях

среды, а некоторые из них — даже воспроизводиться. Например, тот же кристалл. И мы рискуем углубиться в рассуждения на тему «что есть жизнь», которым не видно конца, и определение границ живого-неживого. А нам надо решать, что делать с негэнтропией.

ВЗГЛЯД СВЕРХУ

Все рассмотренные нами ступени возрастающей сложности связаны с веществом и сопряжены с «расслоением» энергии, участвующей в реакциях, независимо от вида системы. Поведение энергии показано на четвертом рисунке.

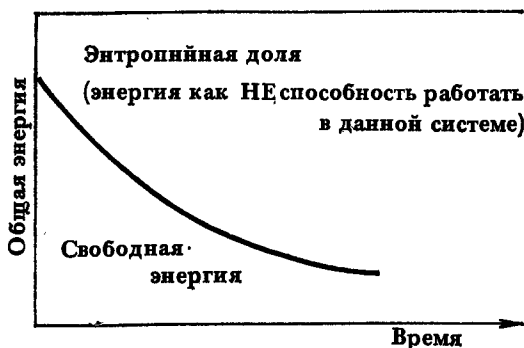
Именно взаимодействие двух частей энергии, «противоположностей, не исключающих, но дополняющих друг друга», определяло очередной потолок сложности конструкций. Но энтропийная часть энергии склонна рассеиваться в виде тепла. А уменьшающаяся свободная энергия остается связанной в усложненном веществе, она концентрируется, казалось бы, вопреки Второму началу, а на самом деле именно благодаря ему. Это и приводит к ошибочному заключению об антиэнтропийных островках. На рис. 5 показаны только свободная энергия и концентрация ее в веществе по мере увеличения энтропии, оставшейся за кадром. Чем не островок?

Мы уже заметили, что сложность вещества в «котлах природы» изменяется скачками: атом и молекула — настолько разные формы, что даже изучаются разными науками. Высота ступенек постепенно уменьшается (рис. 6).

Высшие сложности, как следует из примера земной жизни, образуются «на излете» свободной энергии и поддерживаются ее малыми перепадами. Земные существа даже иногда называют электронотрофами, чтобы подчеркнуть мизерность их энергозатрат в отличие от гипотетических нуклеотрофов, которые были бы способны зародиться и жить при гигантских энергиях звездного котла.

Однако самый узкий диапазон, малый перепад — все-таки промежуток. В этом промежутке вещество имеет возможность пребывать в одном из нескольких состояний, почти неразличимых по энергии.

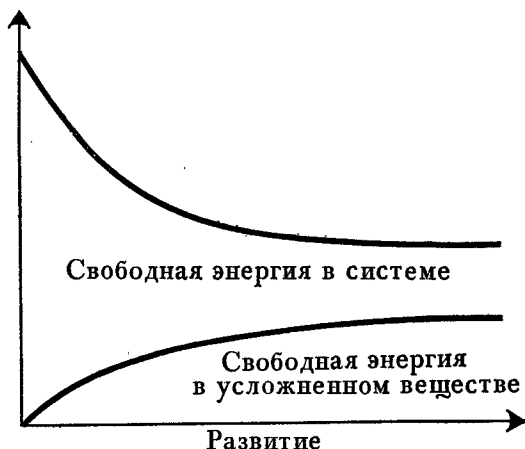
Простейшая молекула газа может быть разрушена единственным электроном: слишком грубое воздействие. Энергия того же электрона, распределенная в огромной



Р и с. 4. Изменение энергии по мере усложнения вещества

макромолекуле, лишь незначительно изменит ее состояние. Система уцелеет. В следующий миг избыточные, энтропийные кванты будут переданы соседней системе.

А если эта передача происходит регулярно? Две системы находятся в колебании, они обмениваются сигналами — они взаимодействуют, не изменяя заметно свою химическую сложность, а лишь «покачивая» ее возле среднего состояния. Они превращаются в надсистему резко возросшей организации.



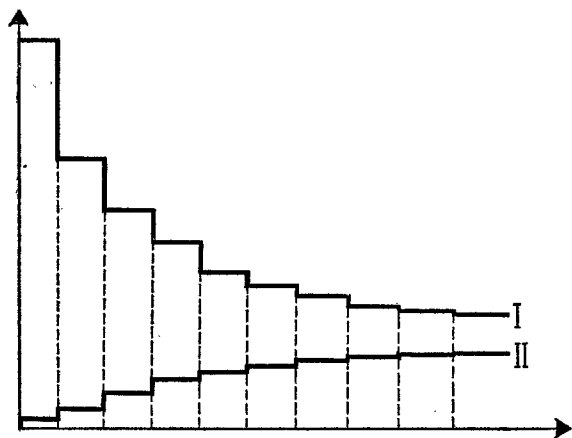
Р и с. 5. Концентрация свободной энергии по мере усложнения вещества

Надсистемы тоже могут взаимодействовать с помощью столь же малых порций энергии, еще менее заметных на общем фоне энергообмена, протекающего в каждой системе самостоятельно.

На рис. 7 показаны ступени сложности вещества и ступени организации. На первых этапах они совпадают, да иначе и быть не может — организация вещества и есть его сложность. Но вот веществу уже некуда усложняться, оно способно лишь к ничтожным колебаниям сложности. И эти колебания так малы, так кратковременны и обратимы, что целиком умещаются в толщине проведенной нами линии. А организация растет по-прежнему скачками, даже еще большими. На первый взгляд эти скачки ничем не обусловлены. Но взгляните еще раз на шестой рисунок: свободная энергия продолжает убывать, хотя и совсем незначительно. И при этом она не концентрируется в веществе. Всякая убыль свободной энергии связана с работой. В данном случае работа заключается в дистанционной связи между конструкциями максимальной химической сложности.

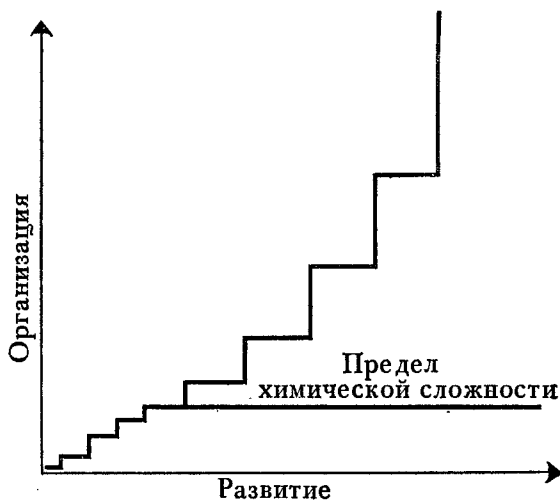
Именно эту долю энергии, если уж так необходимо, можно было бы назвать негэнтропией. Она повышает упорядоченность. Но разве прежние этапы изменения энергии не повышали упорядоченность? На рис. 8 мы совместили важнейшие параметры эволюционирующих физико-химических систем: энергию, вещество, организацию; показали единое направление их развития. Где-то в разрыве графика, на одной из многих ступеней, можно поместить границу жизни, в тех случаях, когда нам желательно ее проводить.

Негэнтропия не видна на рисунке, виден только результат ее действия — повышение уровня организации. Она не видна и в жизни: вспомните, что сопоставление ее с информацией дает невообразимо малую величину порядка 10^{-16} . Вот так не виден с большой высоты телефонный кабель, своими слабыми токами связывающий отдельные предприятия в единую слаженную систему. Представьте, что получится, если выгоду, извлеченную из их объединения, мы будем изображать через доходы от телефонного коммутатора. Но именно эта ничтожная по энергии телефонная связь позволила упорядочить потоки сырья, полуфабрикатов, промежуточной и конечной продукции, изменила профиль участников системы, привела к слаженному их функционированию.



Р и с. 6. Ступенчатый характер изменения свободной энергии (I) и сложности вещества (II)

Говорят, что в биологии один и один не есть два — это нечто большее. Сродни детской загадке: А и Б сидели на трубе... Сидящих на трубе связывает маленькое, незаметное «и», оно превращает их в систему. Когда оба участника системы упадут с трубы, «и» не останется — оно исчезнет.



Р и с. 7. Уровни организации

Но разве только в биологии А и Б составляют систему? Молекулу воды принципиально невозможно описать свойствами составляющих ее атомов. Атомы остались атомами, однако их связывает «и» в виде какого-то взаимодействия. Оно порождает упорядоченность. Энергию химической связи мы не называем негэнтропией. В биологии же получается, что предприятие и его телефонный коммутатор получают энергию от одной электростанции, а называют эту энергию по-разному.

Шредингеру обычно возражают: живые организмы не пользуются упорядоченностью внешней среды, они разрушают эту упорядоченность, извлекая из нее свободную энергию. И в принципе это справедливо. Но в частности...

Каждый организм располагает цепочками анаэробных, бескислородных реакций. Они малополезны по выходу энергии: при расщеплении молекулы глюкозы бескислородным методом на подзарядку клеточных аккумуляторов поступает 4 порции энергии, а с участием кислорода — 36 таких же порций. В анаэробной цепочке вещество не разрушается до конца.

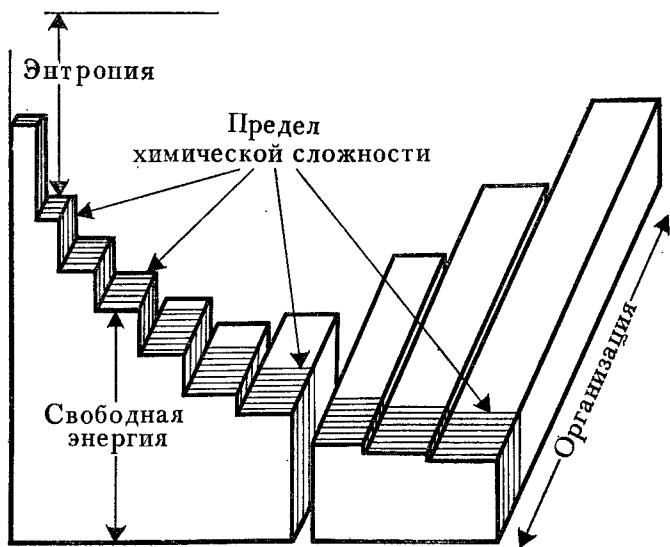


Рис. 8. Эволюция систем

Может быть, поэтому анаэробный механизм часто считают отсталым методом прошлого, запасным, теряющим свое значение в высокоразвитой энергетике современной жизни. Но обязательность этих цепочек и их эффект в другом отношении заставляют думать, что они отнюдь не «пожарные» на всякий случай, что нельзя все сводить к добыче «голоой» энергии.

Организм, проглотивший упорядоченную молекулу, не занимается лишней работой. Он только доводит вещество до какого-либо промежуточного состояния. И эти обезличенные блоки, порою довольно крупные, но стандартные для многих организмов, используются в строительстве. Выгода несомненная: монтаж блоков вместо кирпичной кладки.

Упорядоченность внутри самой жизни используется довольно активно и многократно.

А как «на входе» в жизнь, в начале стола, где солнечные батареи — огромная фотонная ловушка — нацелены в сторону звездного котла? Шредингер пишет: «Для растений мощным источником отрицательной энтропии является, конечно, солнечный свет». Сколько в нем упорядоченности, в световом потоке? Низшая форма организации вещества... В нем — энергия. Беспольная, энтропийная для Солнца, свободная, активная — для Земли.

Только энергия и только простейшие формы вещества поступают в огромную систему земной жизни. Только энергия и исходное вещество, утратившее свою временную упорядоченность, выходят из системы. Жизнь в целом сама строит свою организацию, не пользуясь внешними источниками упорядоченности.

Задолго до Шредингера Людвиг Больцман писал: «...всеобщая борьба за существование живых существ не является борьбой за составные элементы — составные элементы всех организмов имеются налицо в избытке в воздухе, воде и недрах Земли — и не за энергию, ибо такая содержится в изобилии во всяком теле, к сожалению, в форме непревращаемой теплоты. Но это — борьба за энтропию, которую можно использовать при переходе энергии с горячего Солнца к холодной Земле. Для того, чтобы возможно более использовать этот переход, растения распускают неизмеримую поверхность своих листьев и заставляют солнечную энергию, прежде чем она опустится до уровня температуры земной поверхности, выпол-

нить химический синтез... Продукты этой химической кухни являются предметом борьбы в мире животных».

Теперешняя наука уже многое узнала о фотосинтезе — о биологическом способе химической организации вещества при помощи солнечной энергии. Но существуют, как мы видели, и более высокие, надхимические уровни организации с помощью той же энергии, ее малых количеств, обеспечивающих огромный негэнтропийный эффект.

ЦЕЛЕСООБРАЗНОСТЬ И ЦЕЛЬ

Слова имеют свою судьбу. На протяжении веков они наполняются иным содержанием, далеким от первоначального. Некую внутреннюю склонность к движению Аристотель назвал энергией. Некую внутреннюю цель этого движения он назвал энтелехией. Энергия в современном понимании завоевала прочное место в жизни. Энтелехия превратилась в символ искаженного, ненаучного мышления. Потому что она предполагает цель развития.

А цели нет. Существует ряд вопросов, бессмысленных для науки. Все они начинаются: «Зачем...» Зачем материя? Зачем энергия всегда изменяется в сторону увеличения энтропии? Зачем часть вещества при этом усложняется? И зачем явление жизни?

Есть мнение, что природа породила мыслящее существо — «цвет материи» — с целью познать самое себя. Другие говорят, что материя развивается в силу необходимости: перед нею поставлена цель. Кем-то поставлена извне. Рассуждения о целях — телеология — чаще всего приводят к этому. Герцен говорил, что телеология — та же теология.

Материя не стремится ни к какой цели. Даже к самопознанию. Она просто существует в различных состояниях. Состояния временны, материя вечна.

Развитие сложностей — одна из ветвей самодвижения материи — тоже не имеет цели. По нашему вкусу мы можем назвать эту ветвь восходящей, поскольку она связана с усложнением организации вещества. Или нисходящей, поскольку она сопровождается суммарной деградацией энергии.

И все же трудно отделаться от впечатления цели в действиях живой материи. Из икринки осетра вырастает осетр, но никак не одуванчик. Амеба стремится к пище и удирает от кислоты. Группа особей непременно слагается в систему с «целью» повышения совместной устойчивости.

Поведение живого всегда целесообразно, даже если оно заключается в отторжении пересаженного сердца: чужеродный белок должен быть изолирован — так полагается, и в принципе это целесообразно.

Предлагали называть эти действия живой природы квазителеологичными, как бы имеющими цель. Джон Бернал говорил о действиях по программе, не предполагающей знание конечного результата. Вроде с целью, а вроде бы нет... Так каторжники в Новой Каледонии переносили с места на место труды камней.

Вернемся к примеру с комплексом предприятий. Чем разностороннее связи внутри него и контакты с окружающим миром, тем более он устойчив. Это целесообразно.

Развитие связей приводит к специализации частей комплекса: там идет выплавка металла, тут — изготовление станков, где-то в уголке штампуют «ширпотреб». Рядом — энергоподстанция. А часть комплекса занята отделами, где не производят и не снабжают. Они увязывают и согласовывают, планируют, прогнозируют и хранят программу действий на все случаи жизни.

И в естественных физико-химических системах на очередном этапе развития начинается специализация составных элементов. Результат — повышенная устойчивость такого комплекса при внешних возмущениях, при естественном отборе. «Лучшие» сохраняют право на дальнейшее развитие. Системы становятся все более живыми, а их элементы — профилированными: один — на энергопоставках, другой — по контактам с внешней средой, третий — по сохранению и передаче программы работ.

На уровне клетки ее элементы уже значительно утрачивают свою самостоятельность: оболочка, ядро, митохондрии зависят друг от друга, тяготеют друг к другу и беспомощны в одиночку.

А ведь когда-то, возможно, «предки» органелл — частей современной клетки — существовали обособленно. Есть предположение, что три основные органеллы — ми-

митохондрии, фотосинтезирующие пластиды и базальные тельца жгутиковых — были свободноживущими. Прimitивные клетки простейших, поглощая фотосинтезирующие пластиды, дали начало древним одноклеточным водорослям, а позднее и многоклеточным зеленым растениям.

Можно возразить, что поглощение непременно должно было бы закончиться перевариванием, разрушением той же пластиды. Но вот результаты опытов. В культуру животных клеток — фибробластов мыши ввели хлоропласты растений — шпината и фиалки. Хлоропласты через некоторое время оказались внутри животных клеток. Причем не только остались в целости, но на протяжении двух суток сохраняли свою активность.

По-видимому, объединение древних частиц живого оказалось целесообразным. В том смысле, в каком было целесообразно включение иона железа в порфириновое кольцо: помните — еще на химическом уровне сложностей это привело к значительному ускорению реакций и повысило шансы данной молекулы перед лицом добиологического отбора?

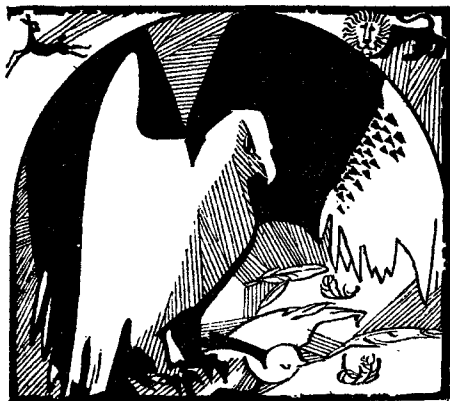
«Энергетические станции» современной клетки — митохондрии — до сих пор сохранили собственную генетическую систему. Можно предполагать, что их предшественники были менее специализированы в области энергопревращений и более подвержены превратностям внешней среды. Объединившись с кем-то, митохондрия развила одно из своих качеств, частично утратила другие, а возникшая при объединении система оказалась значительно целесообразнее своих предшественников, ныне ставших ее частями. Она представляет собою силу, более противостоящую внешним возмущениям, более способную к саморазвитию. Как и прежде, обе эти черты — аутостабилизация и саморазвитие — «противоположности, дополняющие друг друга».

Это единство, символом которого служит целесообразность, способная сохранить себя, противостоящая отбору, по мере усложнения организмов все более уходит вглубь. Оно заслоняется чисто биологическими механизмами взаимоотношений с внешней средой. Раздражимость и боль, инстинкт и эмоции — различные средства служат одному делу — целесообразности данной системы.

А цель — осознанная цель — появляется на высших этапах развития, связанных с эволюцией головного мозга.

И вот, наконец, гомо сапиенс, с его неограниченными возможностями мышления, познания законов природы и общества, практического использования этих законов в своих интересах. По словам Канта, «его существование имеет в себе самом высшую цель».

В статье «Человек сегодня и завтра» советский философ И. Фролов пишет: «Человек — уникальнейшее и изумительнейшее существо, самое поразительное творение природы и истории, утверждают во все времена истинные гуманисты... О самоценности человека как «самоцели» истории писал Маркс, обосновывая материалистическое понимание его как совокупности всех общественных отношений. Свободное и всестороннее, гармоническое развитие человека — конечная цель и предпосылка коммунизма».



ЧАСТИ ЦЕЛОГО

Все громы Смерти — только смена
форм.

Жизнь вещества восстать всегда
готова.

Эразм Дарвин

Любая закрытая физико-химическая система поддерживает свое вещество в подвижно-равновесном состоянии. Что-то распадается, что-то синтезируется, но эти доли находятся в относительно постоянном соотношении. При условии, что поток энергии через систему равномерен. Если он изменился — величина долей «синтез — распад» тоже изменится и опять достигнет подвижно-равновесного состояния. Это — принцип Ле Шателье в применении к закрытой системе.

Земля — закрытая система. Десятками тысяч тонн сыплется на планету космическое вещество: частицы, атомы, пыль и кое-что покрупнее. Масса добротного земного газа рассеивается в космос из верхних слоев атмосферы. И все-таки, согласитесь, в масштабах земного шара этот обмен выглядит ничтожным по сравнению, например, с инфузорией, пропускающей через себя целую реку вещества. Памятуя об относительности границ, скажем так: Земля — условно закрытая система.

Поток энергии от центрального светила тоже можно считать более или менее равномерным на протяжении длительного времени — колебания солнечной активности укладываются в различные циклы, они регулярны и «при-

вычны» для планеты. Правда, есть еще поток энергии из глубин самой Земли, но он сравнительно мал, изменения его весьма постепенны.

В системе постоянного объема при относительно постоянном потоке энергии должно соблюдаться равновесие процессов синтеза и распада. Часть вещества планеты находится на высоком уровне химической и организационной сложности: оно живое. Количество такого вещества должно быть постоянным, если принцип Ле Шателье верен не только для малых, но и для больших систем.

Сейчас очень много говорится о «великом равновесии» в природе. Однако само положение о равновесии между живым и неживым веществом Земли, к которому мы пришли от принципа Ле Шателье, принимается далеко не всеми.

Вот мнение В. И. Вернадского: «...необходимо заключить, что геохимические явления не изменились заметным образом со времени архейских эр... что средние количества и состав живого вещества оставались приблизительно одинаковыми в течение всего этого непостижимого по длительности времени... Постоянство количества живого вещества на Земле — постоянство предела его колебаний — есть эмпирический факт и необходимое следствие из всей совокупности геохимических фактов».

А вот редакционное примечание к этим строкам: «Нельзя согласиться с В. И. Вернадским в том, что в течение всей жизни планеты количество живого вещества оставалось постоянным. Однако в настоящее время мы не располагаем в этом отношении точными данными...»

Действительно, трудно проверить, как оно там было на самом деле — пусть не в течение всей жизни планеты, но со времени архейских эр. Однако пока еще неизвестно ни одного исключения из принципа Ле Шателье — нарушения Второго начала. Косвенные наблюдения позволяют предполагать, что закрытая система — земной шар — имеет возможности к аутостабилизации, к сохранению подвижного равновесия между живым и неживым (что, конечно, не исключает развития планеты).

Внутри самой жизни существует масса регуляторов, поддерживающих ее объем на каком-то среднем уровне.

Вот популяция, оказавшаяся в благоприятных условиях, пошла в рост, обильно плодится и... обрекает себя на голод. Регулирование количеством пищи.

Если еды много — этот выключатель не сработает. Но в запасе у природы есть другие. В урожайный год обильно плодятся грызуны — еды хватает всем. Однако... эпизоотия, заразная болезнь приводит популяцию в норму. Не оказалось подходящего инфекционного начала? Не надо. При нарушении «норм заселения» у особей наступают изменения в надпочечниках — и они просто перестают плодиться. А погибают исправно. И так далее.

Мы знаем, как трудно обеспечить высокую, «запредельную» урожайность избранных нами культур, сколько усилий надо приложить, чтобы уберечь данную популяцию от воздействий окружающего мира. Стоит недосмотреть какой-то пустяк — и численность популяции падает, потому что она — часть общей системы, множество природных регуляторов пытается привести соотношение частей в норму. Зброшенное поле начинает с того, что почти начисто уничтожает ростки избранной культуры. Выжившие особи — уже не те, они значительно отличаются от предков, и в первую очередь резко снизившейся плодovitостью, скромным положением в возникшем разнообразии видов.

Бурные темпы роста промышленности, как говорится, стремительно изменяют лик планеты. Он основательно задымлен. Чего только не сыщешь в теперешней атмосфере, чуть ли не всю таблицу Менделеева. Мы выбрасываем все это богатство в обмен на кислород. Одни только «серебристые лайнеры» в дальних рейсах сжигают его десятками тонн. Леса — производители кислорода — тоже не очень-то разрослись на протяжении нашего бурного века. А количество кислорода в атмосфере пока еще остается практически одинаковым. Может быть, обильно размножились активные поставщики кислорода — одноклеточные водоросли, моря и океаны забиты ими? Нет, этого не произошло. «Количество жизни» даже в таких условиях ощутимо не изменилось.

Были в истории Земли случаи «прорыва» живого вещества. Наиболее яркий из них — леса каменноугольного периода. Буйство зеленых гигантов. Волна живого вещества всплеснула и сошла на нет, в недра Земли, в спрессованные пласты мертвого углерода, которым мы теперь топим электростанции. Появление волны связывают с оживленной вулканической деятельностью, с выбросом в атмосферу больших количеств углекислоты. Неужели мы по темпам углекислотной продукции до сих пор не

сравнивались с древними вулканами? Или регуляторы огромной системы за прошедшие сотни миллионов лет стали надежнее? Ведь аутостабилизация не исключает, но дополняет саморазвитие системы.

Все эти регуляторы по отдельности не очень четки в работе, каждый процесс носит колебательный характер, но именно это движение возле равновесного уровня — то усиливающиеся, то затухающие волны — является главным признаком саморегулирующейся системы. Земля со всеми ее оболочками — единый организм, и есть основания думать, что этот организм способен сохранять равновесие между своими частями, в том числе между живым и неживым веществом. Из чего не следует, что мы можем загрязнять планету сколько угодно: саморазвитие этого «организма» может принять нежелательную для нас форму.

«КОЛЬЦО ЖИЗНИ»

Ничтожная доля планеты — по В. И. Вернадскому около 0,1 процента земной коры — пребывает в качестве живого вещества. Этот «каталитический орган» Земли, непрерывно сам себя создающий и разрушающий с помощью основной энергодающей реакции, вовлекает в круговорот неживую массу биосферы.

Не совсем правильно было бы представлять биологический круговорот вещества в виде замкнутого кольца. Жизнь в целом — довольно открытая система, намного более открытая, чем земной шар. Масса вещества вовлекается в биологические превращения впервые, масса — уходит безвозвратно. Только какая-то часть кружит по кольцу. Атомы равноценны, все они вышли из одного звездного котла. По словам Х. Шепли, человек состоит из обыкновенного звездного вещества и может гордиться этим. Этим же могут гордиться деревья и звери, все участники биологического круговорота.

Распределение ролей в круговороте начерно выглядит так: растения создают, животные разрушают. Принято подчеркивать благородную роль растений и не очень завидную — животных, нахлебников, пасущихся на всем готовом. Но ведь растения питаются, по сути дела, планетой. Не будь животных... Не будь регуляторов, восстанавливающих равновесие...

Посмотрим, как это выглядит в цифрах. К сожалению, точных данных по интенсивности круговорота нет. Это и понятно: слишком трудно измерить такую огромную для нас массу вещества. Приведенное ранее нами количество годовой продукции по углероду — 150 миллиардов тонн, пожалуй, одна из наиболее высоких цифр. Более скромные оценки уменьшают ее в два, в четыре раза. Так, Дювиньо и Танг считают реальной годовую первичную продукцию биосферы в объеме 83 миллиардов тонн органического вещества. Нам важно другое. Земле за то же время все должно быть возвращено сполна. Иначе не будет «великого равновесия».

Предположим, что растения выдают 100 процентов нового вещества. Растительные животные принимаются за дело. Они съедают... только 40 процентов. Остальное несъедобно для них. За счет этих сорока процентов они нагуливают свою биомассу. Биомасса попадает в зубы хищникам первого порядка. Они потребляют из нее всего лишь 42 процента. И так далее. И вот на Земле высится гора ненужного органического вещества — более $\frac{4}{5}$ общего прироста. Животные не справились с обязанностями. А растения продолжают выедать беззащитный земной шар.

— Дети! Берегитесь баобабов!

Если их каждый день не выпалывать, мудро сказал Маленький принц, они могут разорвать планету. Пожалуй, растения не столь уж безобидны. В самом деле: возьмите не $\frac{4}{5}$, а любую цифру «ненужного» прироста органики, умножьте хотя бы на миллион лет, подумайте о потомках. Какой уж там круговорот!

Должны существовать работники, старательные, как Маленький принц, неутомимо исправляющие огрехи животных.

Такие работники есть. Всемогущие и капризные, покладистые и грозные, они латают все дыры в круговороте.

Знаменитый систематик Карл Линней, разложивший по полочкам весь растительный и животный мир Земли, дошел до микроорганизмов и беспомощно развел руками:

— Хаос,— назвал он эту часть живого мира,— таинственные живые молекулы, разобраться в которых надлежит потомкам.

Потомки рьяно принялись за дело. «Таинственные живые» упорно цеплялись за свои тайны. Потомки настаивали.

История микробиологии — довольно молодой науки — это история равно ума и мужества человека, трагических и славных деяний, порой сопровождавшихся гибелью смельчаков. Легче идти в бой, если видишь лицо врага, если чувствуешь локоть соседа. Но вот так, в тиши кабинета, один на один с неведомым, о котором знаешь только одно: оно вездесуще и неистребимо.

В старом учебнике по микробиологии приведены строки из «Фауста»:

Да, хоть с ума сойти, — все в мире так ведется,
Что в воздухе, в воде и на сухом пути
В тепле и холоде зародыш разовьется.
Один огонь еще, спасибо, остается,
А то б убежища, ей богу, не найти!

Действительно, можно было сойти с ума: мир, старый добрый мир оказался кипящим невидимыми врагами. И сходили. Мне довелось видеть больную, руки которой были «смыты» до мышц. Несчастная женщина непрерывно счищала микробов...

Постепенно, с большим трудом и жертвами хаос упорядочивался. Врага увидели в лицо. Узнали его привычки.

И тогда из-за страшной личины убийцы выглянула добродушная физиономия микроба-друга, надежного помощника в повседневных человеческих заботах. Он всегда был рядом, невидимый и старательный. Мочка лыка и квашение капусты, приготовление сыра и вина, простокваша и хлеба — на все руки мастер.

А дальше, в глубине хаоса толпились армии самых главных микробов, земных старателей, буквально поддерживающих и жизнь планеты, и саму планету в целостности и сохранности.

Осень. Унылая пора, очей очарованье. Листья кружатся, золотым ковром шуршат под ногами. Потом этот ковер слежится и потускнеет. Верхние слои еще сохраняют структуру, но чем глубже, тем сильнее распад, листья гниют и становятся землей. Земля. Начало и конец всего сущего. «Из земли пришед и в землю отыдеши...» Пробовали в парках счищать эти ненужные слои отработанного вещества. Растения взбунтовались — не троньте, нам так надо!

Микробы, дотошные санитары Земли, неутомимо исполняют свое важнейшее дело: все «бывшее живое», а ныне мертвое надо перевести в неживое, в исходную минеральную форму, возвратить земле то, что у нее взято.

Луи Пастер: «Если бы микроскопические существа исчезли с земли, она загроздила бы мертвыми органическими отбросами и всякого рода трупами животных и растений. Без микробов жизнь невозможна!»

Они везде. В верхних слоях атмосферы и на океанском дне, в пустыне и на вершинах гор, на льдинах и в горячих источниках, даже в воде атомных реакторов. Им доступно любое органическое вещество естественного происхождения, древесина, несъедобные парафины и ядовитые фенолы. Они неисчислимы. Три с половиной тонны пшеницы снимает человек с одного гектара, и более двадцати тонн микроорганизмов трудятся на этом гектаре, восстанавливая плодородие почвы.

Есть, конечно, и микробы, которых надо бояться, виновники многих бед — от прыща на носу до повальных эпидемий, «моровой язвы», что же делать, в семье не без урода. Есть и ядовитые растения, и злые собаки. Сам человек со своей необузданной техникой — разве мало вреда приносит он окружающему его живому миру?

Таким образом, биологический круговорот вещества в основном осуществляется двумя главными компонентами: растения — фотоавтотрофы и микроорганизмы — гетеротрофы. В это «кольцо» вкраплены животные, деятельность которых не следует переоценивать, и другие дополнительные, повышающие надежность звенья: микроорганизмы — хемоавтотрофы, организмы «смешанного питания» и... реакции синтеза — распада органического вещества без участия организмов — такие реакции протекали и на безжизненной планете, когда, как мы видели, органическое вещество еще только «варилось» в гигантском земном котле; эти реакции никто не отменял по возникновении жизни, а их продукты в ряде случаев неотличимы от биологических, что еще раз свидетельствует о родстве неживого и живого.

Один из животных видов — человек — в настоящее время претендует на роль главной геохимической силы. Однако в обеспечении круговорота он пока еще недостаточно конкурирует с микроорганизмами, так как загрязняет биосферу большим количеством слабо переработанного, а часто и ядовитого вещества — отходами своих производств. В будущем, когда человек сведет отходы к минимуму и этот минимум научится превращать нацело в исходное вещество Земли, доля участия микроорганизмов в круговороте, может быть, и уменьшится.

Вверх — вниз по ступеням химической сложности движется часть атомов планеты, составляющая биологический круговорот. И кажется, что теперь-то уж ничего нового не может произойти на Земле. Развитие вещества достигло предела, оно ограничено температурой плавления. Организация живого вещества вроде бы тоже имеет свой потолок, постоянство «количества жизни»: число элементов ограничено — как их не переставляй — сумма не меняется. Остается бесконечный и унылый повтор одного и того же процесса — во исполнение древнейшего требования — Второго начала.

Однако в жизни получается совсем не так. Арифметической сумме безразлично, как ведут себя слагаемые. Но биологическим слагаемым не все равно. Одно и то же количество элементов внутри системы может складываться между собой по-разному.

Очень много людей, собравшихся вместе, могут оказаться просто зеваками — весьма непрочная система, почти все — сами по себе. Под воздействием какого-либо сигнала, например паники, они смогут объединиться и стать толпой, действующей однонаправленно. В ней появляется новое качество — уровень организации, и это качество придает силу действиям системы. Хотя уровень всего один.

Знаменитая Солярис, планета-океан, придумана по тому же принципу: скопище элементов, объединенных одним уровнем организации. Можно предположить, что биологическая эволюция на Земле начала именно с этого. Тонкая пленка живого вещества, образованная каталитическими ячейками, элементами системы, стремилась к самоорганизации, к самовосстановлению.

Но даже первый уровень организации ведет к постепенному разделению функций между элементами. Фантастические построения Лема не избежали этого. Солярис считывает память людей и моделирует фантомы по результатам этого считывания. Две операции, очевидно, осуществляемые разными элементами системы. Еще шаг — и эти свойства могут быть закреплены, рассредоточены между частями системы напостоянно. Возникает второй уровень организации. И, коль скоро он возник, все может повторяться сначала: дробление частей этого уровня, их

специализация, закрепление функций. Образуется лестница соподчиненных уровней. Иерархия систем.

Вот некоторые ступени земной организации: планета — биосфера — живое вещество в целом — биоценозы — виды — популяции — особи — органы — ткани — клетки — органеллы — каталитические ячейки — молекулы — атомы — частицы. Между каталитическими ячейками и живым веществом биосферы в целом находится ряд подвижных образований, складывающихся в промежуточные формы. В ходе развития жизни растет количество ступеней соподчинения. И вместе с ним — специализация каждого уровня.

Крупнейшие сообщества организмов, например биоценоз океана, еще могут существовать более или менее самостоятельно. Их части — прибрежные, придонные, тяготеющие к глубине или к поверхности сообщества уже в большей мере зависят друг от друга, хотя каждое из них способно обеспечить какой ни на есть круговорот вещества. Члены любого сообщества — популяции — уже бессильны в обеспечении круговорота по отдельности. Особи, ткани, клетки — все менее жизнеспособны сами по себе, без поддержки со стороны иерархии систем. Молекулы... Одна или десять тысяч, как бы мы их ни складывали, они останутся неживыми, пока не возникнет лестница соподчиненных уровней, и наши тщетные усилия будут сопровождать ехидный смешок гетевского Мефистофеля:

Во всем подслушать жизнь стремясь,
Спешат явления обездушить,
Забыв, что если в них нарушить
Одушевляющую связь,
Так больше нечего и слушать...

В процессе дробления уровней части целого все больше обретают «собственное лицо» и теряют самостоятельность. Это и хорошо и плохо.

Хорошо для системы в целом. Она повышает свою устойчивость. Сравните толпу беженцев и действия регулярной армии с ее развитой иерархией соподчинения.

Плохо для самих частей системы. Они должны меняться в угоду местным условиям. Долю этих условий составляют требования высшего уровня иерархии. Но чем более специализирован элемент данного уровня, тем меньше у него «степеней свободы». Волк не способен превратиться в травоядное, а тем более заняться фотосинте-

зом. Сообщество, заселявшее низину, ныне ставшую искусственным морем, неспособно вписаться в новые условия. Эти элементы отмирают.

Не всегда изменения условий столь катастрофичны. А биологическая эволюция работает все время.

Николай Заболоцкий писал:

Природы вековая давящая
Соединяла смерть и бытие
В один клубок, но мысль была бессильна
Соединить два таинства ее.

Эти два таинства природы действуют в одном направлении, в древнейшем, полученном жизнью в наследство со времен звездного котла. Невосстановимость элементов организации, так же как и их бессмертие, несовместимы с жизнью. Программа жизни постоянна, «содержимое» жизни преходяще и изменчиво. Уже говорилось о том, что на любом уровне организации идет непрерывный отбор, подгонка элементов даже в идеальных условиях среды: частные системы рождаются, проходят этапы развития, погибают и вновь возникают в варианте, более соответствующем данным условиям.

Очевидно, эти этапы развития на разных уровнях иерархии должны иметь что-то общее и, в частности, общие термодинамические черты, роднящие их друг с другом и с неживыми системами.

СТУПЕНИ ЖИВОГО

Несколько часов пробирался наш теплоход по Енисею в сплошной дымке, скрывающей берега. Вестница лесного пожара, профильтрованная расстоянием, она даже почти не щипала глаза: где-то далеко, за десятки километров, полыхала тайга, метались звери, обреченно кричали птицы, молча умирали деревья.

— Что поделаешь, — утешительно сказал мой собеседник, — обычный этап развития. Природа все компенсирует...

А мне вспомнилось почему-то залихватское выражение давних лет: «Война все спитет».

Мы даже не знаем, как мы богаты. И представить себе не можем, сколько из этих богатств теряется. Горел биогеоценоз, вернее его живая часть — сообщество организмов. Этап развития...

Заброшенная пашня или пепелище зарастают травой. Вначале робко, потом все более уверенно трава идет в рост. Если бы на всем участке были абсолютно одинаковые условия — можно ожидать победы одного из видов. «Два вида в равных условиях существовать не могут», — гласит один из принципов экологии. Но даже на одном квадратном метре условия отличаются: тут камушек, тень и прохлада, там почвенные воды поднялись на два сантиметра выше, рядом — пониженная концентрация какой-то соли. В лабораторном эксперименте при глубинном культивировании микроорганизмов мы выравниваем условия до предела возможностей — и все равно они недостаточно одинаковы. В природе всегда разные условия. И виды сосуществуют. Конечно, без конкуренции не обходится. Кого-то вытесняют, кто-то приживается.

Разноцветье и разнотравье становится все пышнее. Через несколько лет оно начнет стареть. Угаснет пышность. А видов станет еще больше. На прежней пустоши возникнут заросли кустарников. Пройдет четверть века — кустарники вытеснит сосновый лес. Лет через сто его место займут породы деревьев с твердой древесиной.

Волна за волной идет смена растительности. Каждой волне соответствует свой набор животных, птиц, насекомых. Часть видов отстывает. Другие занимают место — не место ушедших, а место, подготовленное ушедшими. Уходящие уже не могут существовать в прежней пышности: они сами себе испортили жизнь, сдвинув условия. Остаются только «агенты» бывших хозяев, редкие их представители в укромных уголках. Их жизнь теплится, а хозяева сегодняшнего дня идут в бурный рост.

Все более крепнет молодой биогеоценоз и, наконец, достигает полного своего расцвета. Разветвленная, многоплановая, чувствительная система живых организмов, почвы, воды, воздуха работает как единое целое. Она уязвима на каждом своем участке и бесследно заживает раны. Она подвержена всем колебаниям внешних условий — и гасит эти колебания. Мощные биогеоценозы способны смягчить сам климат. Она необычайно продуктивна, поскольку вся сплетена из цепочек организмов, передающих энергию друг другу: возрастает КПД системы.

Но со временем эта экономичность системы оборачивается другой стороной. Растет совершенство регуляции, внутренних связей и... перестает увеличиваться общий объем биомассы: что проросло, то и распалось.

Создается впечатление, что системе ничего не надо, кроме энергии. Конечно, это не совсем так. Она обменивается с соседями не только атмосферой, водой, но и живыми организмами, видами и популяциями. И все-таки «процент закрытости» увеличивается.

Высокоразвитый биогеоценоз очень устойчив. Кажется, существовать ему без конца. Но идет время. Время, которое мы определяем необратимостью процессов. Трагические симптомы старения все отчетливее выступают на первый план. Они заключаются в продолжении того же развития. Система становится еще экономичнее по совершенству связей. Теперь уже объем биомассы не стоит на одном уровне — он снижается. Меньшими силами сообщество делает ту же работу: сохраняет себя как целое. А силы все тают.

Чистые ручьи, веселые речки обращаются в гнилое болото, в топь непролазную. Птичий гомон, кутерьма, мельтешение живого, бурно растущего сменяются мрачной тишиной. Лишь кое-где с тяжким вздохом рухнет подгнившее дерево. Седые бороды мха, сухостой и бурелом, черные воды Лешачьих и Ведьминых озер...

Система распадается. Некому залатать дырки в тощем теле биогеоценоза. Некому выбрасывать почвенные воды в атмосферу, некому противостоять бурям, морозам, зною.

И много пройдет времени, пока на гнилой топи расплодится пышное разнотравье, чтобы подготовить условия для будущих деревьев, для будущего всплеска жизни. Но это случится обязательно, поскольку сам биогеоценоз, несмотря на его видимую (и погубившую его) замкнутость, всего лишь скромный участок великого биологического круговорота.

Крупный биогеоценоз — штука весьма громоздкая для наблюдения. Ученые предложили простенькую лабораторную модель такой системы, повторяющую природные закономерности. Если в колбу, содержащую смесь различных микроорганизмов, добавить свежую питательную среду, начнутся уже знакомые нам изменения. Избранные виды волна за волной пойдут в бурный рост. Общий объем биомассы будет увеличиваться. Потом виды станут разнообразнее, а прирост и отмирание уравновесятся. И наконец, общий объем биомассы начнет необратимо снижаться.

Может быть, они просто от голода умирают, съели всю пищу? Правда, микроорганизмы подобраны так, чтобы

обеспечить круговорот вещества. Но разве все учесть — стимуляторы роста, подавление продуктами обмена. Как выяснить, меняется ли качество клеток, живущих в начале и в конце развития биоценоза?

Надо измерить интенсивность энергообмена на одну единицу биомассы в разных стадиях жизни биоценоза. По количеству выделившейся теплоты это сделать нелегко. Но есть более простой способ — определить расход кислорода на единицу биомассы. Чем больше она потребляет кислорода — тем интенсивнее энергообмен.

Когда многочисленные точки, полученные при измерениях, соединили плавной линией, глазам исследователей предстал... давно знакомый нам рис. 1. Еще до того, как биоценоз начал бурно расти, в нем произошли резкие биохимические изменения. Это сопровождалось обильным выходом удельной энтропии. Система ушла в сторону от равновесного состояния. Где-то на верхнем перегибе кривой она нашла в себе силы организовать процесс в новых условиях и все экономичнее стала использовать энергию. Кривая начала постепенно снижаться, плавно приближаясь к горизонтали. А на фоне этих изменений с некоторым запаздыванием начался прирост биомассы. Грамм биомассы, выросший в позднем этапе развития биоценоза, «выгоднее» тратит энергию, он не пускает ее на ветер, как это было в начальной стадии.

Будучи составной частью биосферы, которая, в свою очередь, является полезной деталью планеты, биогеоценоз тоже состоит из частей, из растительных и животных видов.

Каждый представитель вида, пришедший со стороны или прозябающий внутри ценоза в ожидании своего часа, не вечен. Если повезет, он повторяет себя в потомках. Возникает популяция.

Вот что-то сдвинулось в условиях, вид получил выигрышную позицию. Популяция идет в рост. Рождающиеся особи все более вписываются в данные условия, все большая часть их остается в живых и, естественно, плодится. Соседи отступают — им меньше остается пищи из общего котла. «Хозяева положения» наращивают биомассу. До поры до времени. А потом, как всегда, меняются условия. Бурный рост сходит на нет. Популяция дробится на множество веточек, в чем-то отличающихся друг от друга, растет внутривидовое разнообразие, оно

подвергается естественному отбору. В результате кто-то удерживается и продолжает существование на вторых ролях.

Опять же измерить удельную энтропию, вырабатываемую популяцией, например, благородных оленей, практически невозможно. Однако потребление кислорода при развитии чистой культуры бактерий — монокультуры — вполне измеримо. И когда сопоставили результаты этих измерений, они и на этот раз оказались повторением рис. 1.

Популяция состоит из особей. Каждый организм проходит этапы своей личной жизни, от оплодотворенной яйцеклетки до неизбежного заката. Интенсивность энергообмена у отдельной особи на разных стадиях развития, конечно, измерить легче, нежели в популяции: даже слона при необходимости можно было бы запира́ть в изолированную камеру и подсчитывать расход кислорода на его тушу.

Опыты с различными организмами проводились многократно. В том числе и с человеком, поскольку это не травмирует ни тело, ни психику. Они и сейчас, наверное, проводятся в каком-нибудь ученом заведении. И уже не вызывает удивления тот факт, что на протяжении жизни организма его энергообмен развивается тоже согласно рис. 1.

Биоценоз, популяция, особь. Разные уровни организации ведут себя в термодинамическом отношении одинаково. Что не столь уж удивительно, если вспомнить принцип Ле Шателье. Любая система стремится нейтрализовать внешнее воздействие. Если она находилась в равновесном состоянии, она попытается вернуть это состояние. Если эта система открытая — ее усилия приведут к тому или иному стационарному состоянию. Каждый всплеск энтропии — энергетическая реакция, отображение перестройки процессов в изменившихся условиях существования системы, поиск оптимального варианта, позволяющего нарастить биомассу. Потом темпы роста снижаются, а элементы становятся более разнообразными. Уменьшается их общее количество. Все меньше поступает энергии в систему и все экономнее расходуется полученное. Система жестко вписывается в среду, в данные условия.

СПИДЛА И ХАРИБДА

Между двумя крайними точками колеблется двуединый процесс жизни. Назовем их условно правой и левой.

Левая: максимальная «открытость» системы, наивысшая скорость синтеза и упрощение, однообразие продукции.

Правая: относительная «закрытость» системы, разнообразие элементов, совершенствование связей и путей перераспределения энергии, сокращение синтеза.

Вот несколько примеров на разных уровнях организации.

Как-то в одном из журналов появилась статья, рассказывающая, в частности, об интересных опытах американского генетика Сола Спигелмена. Статья называлась: «Молекулы эволюционируют в пробирке...»

Куда же они эволюционировали? Молекуле РНК были созданы необходимые условия для ее деятельности: источник энергии, сырье, «вспомогательная аппаратура». Молекула привычно начала штамповать самое себя. Условия хороши — и синтез ускорился. В пятнадцать раз возросла скорость процесса. Одновременно шло упрощение: молекулярный вес «потомков» снизился с одного миллиона до 170 тысяч, вместо 3600 нуклеотидных остатков в молекуле теперь всего лишь 550. Она «ушла влево».

Такова цена эволюции в оптимальных условиях. Быстрее рост — проще строение. Проще строение — меньше устойчивость. То есть сама молекула стала надежнее вроде бы. Но ведь ей надо повторяться. А чуть изменятся условия — какой из нее работник? Жалкий огрызок, растерявший в погоне за количеством свою сложность, свой запас информации, устраняется из дальнейшей игры.

Свободноживущие клетки, например бактерии, при попадании в надлежащие условия начинают ускоренно расти. Логарифмический рост. Быстрее, быстрее — и все однообразнее становятся клетки. Если фазу логарифмического роста искусственно поддерживать долгое время — а при современном развитии техники это возможно, — скорость деления клеток будет максимальной, выход биомассы наибольшим, но устойчивость популяции начнет уменьшаться. Малейшее колебание условий, прежде ни-

как не отражавшееся на процессе, может привести популяцию к гибели: клетки слишком упростились, они «ушли влево» и растеряли информацию.

Мозг — наиболее высокоорганизованная ткань. Нервные клетки обладают таким совершенством связей, что стали мечтой конструктора вычислительных машин. Они работают в бешеном темпе. Два процента от общего веса тела составляет человеческий мозг. Эти два процента требуют двадцать процентов энергии, расходуемой человеком в покое.

И вот результат. Нервные клетки взрослого человека в норме не делятся, они плохо восстанавливают свою популяцию, а с возрастом уменьшаются в количестве, исполняя тот же или даже больший объем работы. Их возможности в этом отношении удивительны. Известно, что Пастер после тяжелой болезни остался с одной половиной мозга. Это не помешало ему продолжить блестящую научную деятельность. Количество компенсируется качеством: все уходит в сложность и разнообразие, в постоянную перестройку связей, как это положено возле правой границы. Расти некогда.

Может быть, нервные клетки утратили способность к делению? Ничуть не бывало. Являясь частью системы — организма, контролируя действия этой системы, они сами находятся под ее контролем. Стоит устранить этот «регулятор» — например, в культуре ткани — и нервные клетки начинают делиться. Организму не нужен их рост — нужна работа. Столько забот кругом: адаптация среды к организму и организма к среде, регулирование активности тканей, согласование клеточного роста и, если нужно, его подавление.

А если нарушится эта сложная система контролей, с помощью которых организм «следит за собой»? Тогда особь погибнет под воздействием среды. Или ее действия временно разладятся. Или какая-то часть организма выйдет из подчинения. Если эта часть на клеточном уровне, она будет действовать самостоятельно, по-прежнему, по-старинному. То есть делиться и расти. Двинется влево.

Организм живет, его центры посылают свои указания и запреты, но где-то оборвалась связь. Клетка «оглохла» — она не слышит и не подчиняется, она обрела свободу действий. А условия кругом отменны, просто

идеальные: она же под защитой и на снабжении высокоорганизованной системы!

И клетка делает то, что она умеет, — беззаботно начинает плодиться, все быстрее, все более упрощаясь. Она почти не потребляет кислорода. Ведь кислород щедро сжигается в тяжелые времена, когда нужно приспособиться к изменившимся условиям. Вот нервные клетки в норме непрерывно испытывают эти тяжелые времена, и потому человеческий мозг потребляет 30—50 миллилитров кислорода в минуту, больше, чем сердечная мышца, неустанно совершающая тяжелую механическую работу.

А «впавшей в детство» клетке не нужно ни с чем бороться — за нее все делает система: она поставляет необходимый материал для синтеза, поддерживает его концентрацию и прочие параметры на должном уровне. Так заботливая мать, просьбы которой не доходят до беспутного сына, все равно выкладывается из последних сил, чтобы поддержать его благополучие.

Раковая опухоль — родная часть организма. Если бы это был чужеродный белок, он бы вылетел из организма в два счета. А раковые клетки — свои, они «не делают ничего плохого», они просто делятся, потребляя запасы из общего котла. Другим остается меньше.

Развивается кахексия — истощение организма. «Хозяева положения» — злокачественные клетки — в своей погоне за количеством стремительно упрощаются, иногда настолько, что оказываются неспособными существовать даже в такой стабильной среде, распадаются сами по себе. Увы, это редкое исключение из правила. Обычно же организм погибает, израсходовав все свои возможности на поддержание этого безумного, тупого роста...

Мы не рассматриваем здесь сложные механизмы физиологии бактерий, высшей нервной деятельности, этиологию и патогенез злокачественных заболеваний. Мы вычленим всего лишь одну-единственную общую черту — реакцию клетки на изменение комплекса внешних условий.

Популяция многоклеточных организмов. Здесь признаки движения к левой или правой границе должны быть менее заметны, нежели на уровне клетки. И все-таки, если это общее для всех уровней организации правило, симптомы упрощения — усложнения можно проследить.

Существуют понятия стабилизирующего и дрейфующего отбора в популяциях. В первом случае отбор направлен так, что популяция как бы консервируется. Во втором — качества популяции меняются, она движется в сторону от прежнего состояния: в ней нарастает разнообразие, и отбор выделяет необходимые признаки, которые позволят изменившейся популяции существовать в новых условиях. Следовательно, среда влияет на систему или постоянными условиями, или их переменой. Но она всегда влияет, активно воздействует, и система не менее активно отвечает своей внутренней перестройкой.

Мы уже видели, что случается с системой в стабильных условиях: она оскудевает разнообразием и ускоряет рост. Человек в своей сельскохозяйственной деятельности, как правило, преследует именно эти цели. Избранные им популяции однообразны и дают максимум биомассы. Человек поддерживает постоянные оптимальные условия для системы. И система упрощается.

Это может произойти и без усилий человека. На одном из островов жила бескрылая порода диких птиц. Их популяция «застабилизировалась»: пищи хватало, хищников нет — зачем «лишняя» деталь? Отбор ликвидировал крылья.

А потом маячный смотритель привез кота... Целый вид пропал для науки. Конечно, если бы популяция была достаточно многочисленной, а разнообразие признака сохранилось, а кот бессмертный и не такой прожорливый, на протяжении сотен лет он бы восстановил полезную сложность в ходе популяционного дрейфа.

Крупные популяции, не избалованные жизнью, много веков пребывают в смешанном состоянии между Спиллой и Харибдой. Они всегда склонны к ускоренному росту и утрате разнообразия. Но где взять оптимальные условия? И потому рост угнетен, а разнообразие сохраняется: всегда есть из чего выбрать.

Вот пример, типичный для нашего времени. С давних пор живет в Англии бабочка Бистон бетулярия. Вид хорошо изучен. Надежное укрытие для бабочки от птиц — стволы деревьев, покрытые лишайником. Белая на белом — попробуй, разгляди. Правда, встречались изредка бабочки брюнетки, но участь этих несчастных была предопределена: черная на белом — легкая добыча. И все-таки они встречались упорно, в количестве, достаточном для

того, чтобы передать свою «вредную» черноту по наследству. Цветовая сложность популяции сохранилась.

Шли годы. Все больше труб дымило над доброй старой Англией. Все больше копоты оседало на деревьях. И вот результат: в 1848 году темные бабочки составляли один процент популяции, а уже через полвека — девяносто девять процентов. Популяция благополучно совершила дрейф от белого к черному. Не будь разнообразия цветов — численность ее сократилась бы в сто раз.

Специалисты по бабочкам составили карту встречаемости белых и черных особей. Эта карта четко показывает расположение промышленных предприятий и направление ветров, разносящих копоть, совершенно не учтенную популяцией при попытке избавиться от «лишнего» разнообразия в цвете.

Сочетание двух разноречивых стремлений — к повышению численности и к разнообразию — делает систему более устойчивой. Смена условий в определенном диапазоне колеблет систему, в которой борются и дополняют друг друга эти две противоположности. И система «покачивается» возле среднего уровня. Эти покачивания более заметны, как ни странно, внутри биоценоза, системы почтенной, явно тяготеющей к «закрытости», к стабилизации условий, к гашению любых колебаний.

Как же так?

Поведение сообщества организмов попробовали выразить математически. Конечно, не всамделишного биоценоза — это пока еще слишком трудно, многого мы не знаем. Говорят, что когда в компьютер заложили целую гору исходных данных по такой системе, машина сразу убила жизнь — чего-то недоучли. И потому начали с самой простой модели.

Простейшее сообщество, без чего-либо окружающего, состоит из хищника и жертвы. Жертва есть неизвестно что. Хищника есть неизвестно кто. Это все за пределами уравнений. А внутри — икс питается игреком. Икс с помощью дифференциалов разъяснил ученым, что его жизнь не так уж безоблачна. Она регулируется игреком. Что понятно: игрек — пища для икса. Игрек в общем-то сказал то же самое. Что еще понятнее: его же едят.

Пока ничего особенного. Вынесли данные на график. Вот он изображен на рис. 9.

И перед учеными наглядно предстал внутренний ритм системы. Даже без внешних влияний, не охваченных дифференциалами, система пульсирует сама по себе: она живет как единое целое.

Вот в самой нижней точке кольца среди жертвы обитают иксы. Их совсем мало, может быть, всего лишь пара волков. А жертвы много. И хищники-иксы идут в рост. Обе популяции уравнились. Игреки тщетно стараются восстановить былую численность, но иксов все больше, они достигли максимума. Игреки тают в количестве. Стаи иксов преследуют жертву, которой уже совсем мало. Среди иксов начинается голод. Обе популяции уменьшаются. Теперь уже икс-одиночка обшаривает кусты в поисках столь же редкого играка. И уцелевшие играки размножаются: их некому, почти некому есть. Растет пища для иксов. Когда ее становится порядочно, одиночки-иксы восстановят силы для будущего приплода — и все повторится. Начинается новый цикл «внутренней гимнастики» сообщества. Конечно, в крайне упрощенном виде. Как модель.

Ну хорошо, а если все-все играки будут съедены? Тогда иксам предоставляется последний шанс — поискать другую систему уравнений. Или уйти со сцены. Замена найдется всегда. Игра повторится по тем же правилам, хотя и с другими участниками.

А что если перебить всех хищников? Вот будет рай для жертвы! В принципе это можно сделать, только надо

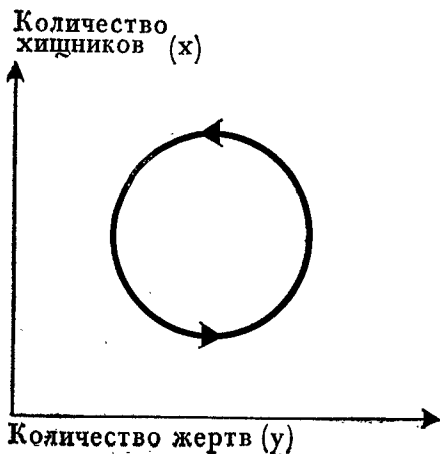


Рис. 9. Взаимоотношения в системе «хищник — жертва»

условиться, кого считать хищником. Под личиной икса может скрываться и безобидная козочка. Для нас безобидная. У травы-игрека будет свое мнение по этому вопросу. Считается, что это безобидное животное съело культуру древнего Средиземноморья, расплодившись и нарушив естественный баланс растительности.

Широко известной стала история о том, как в одном районе перебили всех коршунов. Чтобы они не мешали плодиться куропаткам. Правда, рай для куропаток предполагался относительным. И вообще, со стороны это выглядело, как борьба двух хищников за обладание жертвой — обычное дело в природе. Победил, выражаясь по-спортивному, сильнейший — который с ружьем...

Куропатки действительно расплодились. Но какие-то некондиционные. Квелые. Чем дальше, тем хуже. В системе появился новый игрок — микроорганизм. Эпизоотия. А дальше по уравнениям: икс — микроб, игрек — куропатка. Началась стремительная убыль жертвы. Охотнички повесили ружья над кроватями и послали челобитную мудрецу, искушенному в уравнениях.

Отзывчивый мудрец прислал лекарство — несколько пар коршунов. Все возвратилось на круги своя. Куропатки поправились.

Этот многим знакомый пример нам потребовался, чтобы показать ограниченность принятой математической модели.

Во-первых, в реальной системе никогда не играют двое. Что значительно усложняет картину.

Во-вторых, участие внешней среды далеко не исчерпывается проникновением из нее в систему нового игрока. Давление среды настолько огромно и многообразно, что действительно приходится удивляться, как это жизнь может сохранить себя под таким прессом. Или еще раз подтвердить, что этот пресс составляет главнейшее условие жизни: когда давление ослабевает, жизнь вырождается, наращивая биомассу, пока очередной регулятор не сдвинет ее в обратном направлении.

Все вмешательства внешней среды портят стройный вид графика. Но это не главное. По рисунку складывается впечатление, что икс и игрек бесконечно повторяются, не изменяясь качественно. Так вот, в-третьих, рисунок искажает картину жизни. Он лишает ее развития.

Судьбы конкретных особей, составляющих ту или иную популяцию, не отражены на графике. Известно

только, что их количество периодически возрастает и уменьшается. Но выживают в «тяжелые времена» вполне определенные — наиболее приспособленные особи, имеющие возможность, как говорят, «при сохранении высшей степени сложности соответствующим образом регулировать наибольшее количество раздражений, обеспечивая свое независимое развитие».

Именно эти особи дают потомство, очередной всплеск численности, например популяции игреков. «Усовершенствованные» игреки предъявляют повышенные требования к популяции иксов. Тем придется туго — выживут лишь наиболее «способные». Конечно, жертве теперь придется труднее. Так шаг за шагом, каждый оборот — не по кольцу, а по спирали! — система «хищник — жертва» изменяется в целом, потому что изменяются ее взаимодействующие части. Они проходят повторяющиеся этапы обильного прироста и усиленного отбора. Рост численности не успевает привести к значительной потере возникающего разнообразия, а отбор не носит случайного характера (хотя случайности всегда имеют место) — он направлен к устранению менее развитых особей, к повышению сложности выживающих.

Система в целом не стоит на месте, ее популяции не топчутся по кругу — она движется к правой границе. Такое движение, как всегда, сопровождается усложнением живой материи и сокращением реакций синтеза: на последних стадиях развития биоценоз теряет свою биомассу. Когда ее количество уменьшится до критического предела, биоценоз погибнет, он распадется, но выжившие особи волеются в другие системы, и представители возникших популяций будут нести в себе опыт, полученный ранее: они эволюционировали.

СТАТЬИ РАСХОДА

Биологическая эволюция — двуединый процесс усложнения — упрощения: «противоположности, не исключаящие, но дополняющие друг друга». Развитие сложностей заканчивается, как и на химических этапах, гибелью систем. Но и упрощение в биологии тоже ведет к гибели, а этого не было в химическом мире, потому что самая простая биологическая система состоит из вещества максимальной химической сложности, из вещества, которое

плавится при температуре своего возникновения, обновляется непрерывно. Стоит нарушиться всем этим биологическим надстройкам, организационным связям — остается беззащитная и невозстановимая химическая сложность.

Им бы не развиваться, живым системам, а замереть посередине между Сциллой и Харибдой. Но разве можно замереть в потоке энергии и вещества?

Они всегда развиваются и в своем развитии продолжают путь, протоптанный химическими предками, пускай на совершенно других организационных уровнях, иными способами, но в том же направлении — к запретной сложности. В этом движении у них две статьи расхода энергии: на синтез и на внешнюю работу. Синтез — восстановление и прирост непрерывно распадающегося «тела» системы. Внешняя работа — согласование условий среды и возможностей организма.

Мы видели, что в разных условиях расходы по той или другой статье меняются. Но они всегда взаимосвязаны: движение влево — усиленный рост ведет к ослаблению устойчивости; движение вправо — увеличение сложности сопровождается замедлением биосинтеза. Это происходит в одной и той же системе, будь то особь, популяция или биоценоз. А если сопоставить разные виды организмов — какое у них соотношение этих двух статей расхода энергии?

Это показано на десятом рисунке. Различные виды придерживаются своего места. Так, микроорганизм больше половины потребленной энергии расходует на прирост биомассы. Высшие животные — всего лишь несколько процентов. Все остальное, с точки зрения микроба, расходуется втуне, на внешнюю работу, то есть отнимается у биосинтеза. Такова жестокая плата за усовершенствование. И вот результат, взятый из работ В. И. Вернадского: для заполнения поверхности планеты сплошным слоем при оптимальных условиях размножения потребовалось бы

холерному вибриону	1,25 суток,
инфузории	32—67 суток,
комару	203 суток,
крысе	2800 суток,
слону	более 376 000 суток.

Можно спорить о точности приведенных цифр — суть не в ней, а в том, что, чем выше по своей сложности организм, тем медленнее он повторяет себя. Что же он энергии меньше получает? Да нет, все обеспечиваются будто бы одинаково, согласно принципу биохимического единства. Причина в другом: за всякое усовершенствование приходится платить. Валюта — энергия. Выход — срезать соседнюю статью расхода.

Но так ли уже она жестока, эта плата? Возрастает ценность особи, ее личное значение, удлиняется срок ее существования. Организм становится носителем и передатчиком более разветвленной программы. Программа намного строже охраняется от влияния внешней среды. За счет внешней работы организм изменяет среду в нужную для себя сторону.

Бактерия, к примеру, выбрасывает скопище своей продукции, бесчисленные дубли — авось кому-то повезет, кто-то из них попадет в подходящие условия и опять начнет плодиться. Но подходящие условия — не столь уж частое и весьма временное явление. А высоко развитая особь сама создает для себя условия и в них выращивает своих немногочисленных потомков. Полмиллиона яйцеклеток содержит организм женщины. Полмиллиона вариантов для предъявления среде «на авось». Но времена не те, чтобы играть вслепую. Уже потерян даже сам способ выдачи всего запаса. Это не нужно. Усовершенствование организма оправдывает себя.

В случае простейших организмов эволюция гонится за количеством, выполняя план «по валу». Сейчас она борется за качество. Нетрудно заметить, что в обоих случаях, несмотря на их принципиальное различие, по сути дела, решается одна и та же задача: условия среды и возможности организма должны соответствовать друг другу. Оба способа для эволюции приемлемы: либо выбрасывать живые карты до появления козырной, либо, выложив одну карту, подгонять под нее козыри; но второй путь считается прогрессивным...

И оба пути упираются в энергетическую границу — левую или правую. Нельзя упрощаться или усложняться до бесконечности, нельзя ограничиваться одной или другой статьей расхода.

При левом нарушении примитивные организмы слишком «увлекаются» биосинтезом, они полностью во власти

среды, и сравнительно небольшое колебание условий губит колоссальное обилие несчастных потомков.

При правом нарушении границы высокоразвитые организмы тратят все силы на преобразование среды, на внешнюю работу. Не остается энергии для дублирования биомассы, для повторения себя в потомках. И великолепная, широкоразветвленная программа никому не передается. Популяция вымирает.

Как известно, хитроумный Одиссей, проскальзывая меж двух чудовищ, держался поближе к Сцилле: она хоть и многих сожрет, но есть надежда, что кто-нибудь уцелеет. А Харибда глотает корабль вместе со всем экипажем. Простейшие виды идут по стопам Одиссея — берут количеством, авось кто-то выживет. А более развитые упрямо теснятся к правой границе и погибают целиком. Печально знаменитая «Красная книга» содержит перечень ушедших и исчезающих видов — все сплошь вышние. Не всегда это прямая вина человека, хотя он и здорово потрудился на ниве истребления. Качнулись условия — а прирост и так был минимальным, — и кривая численности популяции необратимо пошла вниз.

Если бы в «Красную книгу» удалось записать какую-нибудь бактерию! Где там — даже более простые, чем бактерия, формы зачастую прочно удерживают позиции. Берут количеством.

Границы для развития — это всегда неприятно. Сколько их было! Неужели эволюция и на сей раз не нашла какой-нибудь лазейки, допускающей развитие в сторону усложнения или упрощения — все равно — в запретной зоне, за левым или правым пограничными столбами? Хотя по логике это невозможно: чтобы жить, надо и плодиться, и противостоять среде — тратить энергию по обеим статьям. А количество энергии, «пропускная способность» организма ограничены. Да еще и уменьшаются с возрастом согласно первому рисунку.

ПРОРЫВ

Сломанные копья в ужасающем количестве загромождают кюветы вдоль шоссе, ведущего в страну Антропологию. Холодное оружие пострадало в жестоких схватках на тему «Кто есть кто?»

Кого из наших уважаемых предшественников считать

последней обезьяной и кого, наоборот — первым человеком?

Вопрос животрепещущий и, как водится в науке, до конца не решенный. Продолжаются поиски таинственного «миссинг линк» — недостающего звена, которое, наконец, заполнит разрыв в цепочке наших предков. А пока каждая находка просто удлиняет вереницу жутковатых прародителей, не делая ее исчерпывающе полной.

В отличие от английских аристократов мы не знаем абсолютного количества портретов в нашей семейной галерее. Всегда есть опасность упустить пра, пра... и так далее, благочестиво повешенного под Веселым Роджером на траверзе Острова Трех Пальм. И тогда получится, что разум возник вроде бы неожиданно: слезла обезьяна с дерева, вполне нормальная, выбрала дубину покрепче...

А в такое не верится. Конечно, был скачок. Природа вся состоит из скачков. Но не выше головы. Иначе — чудо.

Гете: «Ко всему, что хочет сделать природа, она может добраться только постепенно».

Так вот, как появился человек? Ведь он явно развитие любого из высших животных. Значит, дальнейшее усложнение, продолжение решения задачи «по второму способу»? Но статья «биосинтез», судя по рис. 10, сокращена уже до предела. Обезьяна, прыгнувшая через правую границу, просто обязана вымереть — ей не из чего создавать потомство, она всю энергию должна была истратить на преобразование среды.

Начнем от противного. На левом фланге граница явно



Рис. 10. Распределение энергии в зависимости от сложности организма

нарушена. Нарушителем оказался вирус. Вместе с тем правила игры соблюдены. Нельзя безнаказанно упрощаться, ибо нормальные колебания внешних условий на каком-то этапе упрощения уничтожат любое количество потомков. А если найти среду, где колебания условий ничтожны? Тогда можно, тогда все по закону.

Такая среда нашлась. Живая клетка. Чем не среда? Правда, сперва надо было возникнуть клетке, а потом уже упрощаться ее обитателю.

Даже просто устроенная бактерия чуть ли не половину имеющейся в ее распоряжении энергии тратит на стабилизацию условий (см. 10-й рисунок), что уж говорить о клетках высших организмов. Вирус облюбовал этот удобный, уютный мир. Вот где раздолье для решения задачи «по первому способу». И эволюция постаралась. Далеко позади — наверху или внизу, с точки зрения вируса? — осталась бактерия, громоздкий агрегат с кучей приспособлений и информации «на всякий случай».

А здесь в принципе голая ДНК впрыскивается в клетку, на все готовое, и получатель, словно автомат, проглотивший новую перфокарту начинает послушно штамповать задание — такие же перфокарты, не забывая поддерживать стабильные условия до тех пор, пока не развалится, выбросив сотни (куда там бактерии с ее простым удвоением) программ-дублей, новых перфокарт, заботливо одетых в белковую оболочку, снабженных отмычками для проникновения в другую клетку. Конечно, не без брака. Вирусы тоже гибнут. Зато темпы! И достаточный набор вариантов. Учитываются индивидуальные вкусы потребителя. И все операции — за ваш счет. Блестящее решение.

На нашем фланге продвижение вперед вроде бы остановилось. Организмы стали настолько сложными, что почти вся энергия уходит у них на изменение среды. Ничтожный прожиточный минимум по статье «биосинтез» для самовоспроизводства связан с постоянным риском вымирания от малочисленности.

Кто знает, сколько перспективных участников выбыло из игры, нарушив энергетический барьер, перерасходовав какие-нибудь доли процента имеющихся лимитов — виды смертны... Масса других отшатнулась от барьера, выбрав себе подходящую щель, где можно брать повышенной плодовитостью.

Сколько тысячелетий наш родной вид колебался возле грани необратимого угасания?

Еще восемь тысяч лет назад число людей составляло около пяти миллионов — ничтожная кучка среди прочего зверья. А ведь, по Платону, к этому времени уже затонула Атлантида. Была она или нет — на Земле уже складывалась цивилизация. То есть человек явно вырвался из толпы видов, застрявших возле барьера. Он продолжал и продолжает совершенствоваться. И вместе с тем весьма расплодился. Уже по эту сторону границы.

Природа пользуется немногими принципами. Она любит варианты одного и того же. В случае с вирусом почти все «побочные» энергозатраты идут не за счет вирусной частицы. За счет самой среды. Надо искать что-то похожее.

Когда хищник гонится за жертвой или жертва бежит от хищника — они производят внешнюю работу, воздействуют на среду в своих интересах. Пропорционально затратам собственной энергии. Однако есть другие случаи.

Сорная курочка сгребает огромную кучу листьев. Конечно, расходует собственную энергию. Но за счет саморазогревания компоста (с помощью микробных процессов, то есть среды) она получает недурной термостат — остается только регулировать обогрев. Хищная птица роняет черепаху с высоты, и панцирь разрушается. Сам разрушается, долбить не надо. Кое-кто колет орехи. Кое-где пользуются инструментом. Пусть щепочка, травинка, а все-таки рычаг. Выигрыш в использовании энергии. Нора, гнездо — выигрыш в энергии.

Все это не разум. Так, единичные операции.

Отличие и заслуга разума с этих позиций состоит в том, что энергетические превращения за пределами организма он возвел в принцип деятельности вида.

Огонь. Механизмы. Оружие. После многих неудач эволюция наткнулась на великолепный вариант решения задачи «по второму способу». Условия игры соблюдены. Вид-победитель сохранил свой скромный — на пределе — процент энергии, необходимый для воспроизводства популяции, для синтеза, для передачи программы и в отличие от других высокоорганизованных видов получил постоянный доступ к разливанному морю энергии для внешней работы: среда преобразует себя, человек в роли катализатора.

Покорение энергии (как и развитие разума) случилось не вдруг, оно протекало медленно и с большим трудом — часть этих усилий мы показали в первых главах. Борьба за энергию продолжается и будет продолжаться всегда, пока жив человек.

В книге французского писателя Веркора «Люди или животные?» разбирается очень трудная ситуация. Юридический казус. Убито существо. Суд должен решить — кто убит? Если это человек — убийцу следует казнить. Если нет — убийца будет оправдан, но этим целое племя низводится до стада животных, а они как люди. Что такое человек? И присяжные мучаются неразрешимым вопросом: как отличить человека от нечеловека?

Есть масса определений этого странного существа, вплоть до анекдотичных, но по-своему справедливых: «животное, знающее, кто его бабушка и дедушка», «животное с мягкой мочкой уха»; «животное, отличающееся наличием ягодиц»...

Аристотель считал человека общественным животным.

По Гельвецию, человек — животное с особой внешней организацией, имеющее руки и пользующееся орудиями труда и оружием.

Человек Юма — разумное существо, обладающее технической сноровкой и способностью создавать искусственную среду.

Почти то же у Канта. По Франклину, человек — животное, желающее орудия.

И так далее. Определений очень много.

Во втором издании БСЭ человек назван «общественным существом, представляющим собой высшую степень развития живых организмов на Земле, способным производить орудия труда, использовать их в своем воздействии на окружающий мир и обладающим сложно организованным мозгом, сознанием и членораздельной речью».

Это определение впитало в себя все существенное, что было в прежних, вплоть до сложно организованного мозга, сознания и речи (у Декарта, Гоббса, Гегеля — разум, сознание и членораздельная речь).

Классики говорят, что каким бы емким определение ни было, оно не сможет исчерпывающим образом представить явление или предмет. Потому-то, например, так много споров и так много определений жизни: объект неисчерпаем, каждый специалист выделяет в нем главное

для себя и наиболее приемлемое для всех. То же и с человеком.

Для нашего повествования главное — «энергетические особенности» человека. Попробуем сформулировать свое, узкочастное определение — точнее даже не человека, а всего вида в целом — с этих позиций.

Сперва отберем существенные черты известных определений:

1. Человек суть представитель животного царства Земли.

2. Это общественное животное.

3. Оно отличается от других:

а) внешним видом,

б) особыми функциями мозга,

в) способом общения с представителями своего вида,

г) умением делать орудия для воздействия на среду.

Нетрудно заметить, что все черты, определяющие человека, как в формуле изобретения, можно разделить на две группы: вводную — ограничительную и главную — отличительную: «То-то и то-то и так далее, отличающееся...» — потом идет главное.

В конце концов животных много, и все они разные и по внешнему виду, и по строению, и по способу общения друг с другом.

Что же касается высшей ступени развития — так ведь и вирус в своем роде высшая ступень. Все мы, живущие, — последнее слово эволюции на сегодняшний день. Каждый на своем месте.

Недаром говорят, что любое определение человека юридически неправомерно, поскольку дано заинтересованным лицом.

Эта «заинтересованность» иногда выражается в замалчивании животной принадлежности человека. Что вряд ли оправдано, так как противопоставляет человека миру родственных существ; вынуждает думать о роли Избранника, чудом появившегося на Земле — то ли с небес, то ли в результате особого акта творения. Приятно для самолюбия, но вредно отражается на природе: нам все позволено... «И ты, и я — одной мы оба крови» — так звучала формула справедливости в лесу, где рос Маугли.

Разум, сознание, способность вырабатывать понятия — этот, по определению В. И. Ленина, «высший продукт мозга, высшего продукта материи» — проявляются в дея-

тельности. А деятельность — в изменениях среды. Но и все живые существа занимаются тем же самым, хотя их действия и не имеют столь выраженного созидательного характера. Разум человеческий расширяет возможности преобразования среды.

И наконец, самое важное. Общественная принадлежность человека. Есть и другие общественные виды. Пчела, например, будучи изолированной от общества себе подобных, просто погибает. Но она всегда, всю жизнь остается пчелой. У человека по-другому. Согласно марксистской концепции, человек есть «совокупность всех общественных отношений». Особь, выросшая вне общества вроде Маугли, не получает ни одного мало-мальски человеческого признака, кроме разве что мягкой мочки и ягодич. Человек — продукт человечества.

Вот теперь можно формулировать, втискивая все наши рассуждения, как положено, в одну очень длинную фразу: человечество (по мнению автора) есть животный вид, эволюционирующий в земной биосфере и отличающийся способностью к целенаправленным изменениям своей социальной структуры, неограниченному познанию мира и его адаптации с помощью возрастающих количеств энергии, преобразуемой во внешней среде.

По словам А. Сцент-Дьердьи, предмет исследования находится в положении священного слона, у которого 99 имен, а настоящее, сотое, известно лишь ему самому. Увы, сотого имени не существует: любое определение не может быть исчерпывающим.

Но одно из главных имен человечества есть способность извлекать, концентрировать и расходовать энергию небиологическим путем, вне живых тел, воздействовать непосредственно средой на среду же в масштабах, несоизмеримых с деятельностью прочих известных науке земных видов.

Все остальное население планеты, кроме людей, максимально приспособлено к определенным условиям. У него практически нет выбора: любой биологический вид жестко закреплён в данной среде и не может изменить свой «образ жизни». Непревзойденный спринтер гепард, живая торпеда акула, идущий на таран сокол экономнейшим образом используют отпущенный им природой скудный лимит энергии. Каждый на своем участке. И не дальше. Через тысячу лет они, если не попадут в Красную книгу, будут делать то же самое...

Как биологический вид человек живет примерно на таком же лимите энергии. Но уже давно, как говорил В. И. Вернадский, «закончен после многих сотен тысяч лет неуклонных стихийных стремлений охват всей поверхности биосферы единым социальным видом животного царства — человеком», и нет с тех пор на Земле, а теперь и в ближнем космосе уголка, для него недоступного... Не располагаящий ни жабрами, ни крыльями, он стал уникальнейшим универсалом вопреки «общепринятой» в природе «узкой» биологической специализации.



ЖИЗНЬ ЧЕЛОВЕЧЕСКАЯ

Я человек, я посредине мира,
За мною мириады инфузорий,
Передо мною мириады звезд.
Я между ними лег во весь свой рост —
Два берега связующее море,
Два космоса объединивший мост.

Арсений Тарковский

Мы все время, отправляясь от живых систем, выходили на график, изображенный на рис. 1. Попробуем обратное движение. Рассмотрим жизнь человека, этапы развития единичной особи применительно к рисунку. Конечно, это рассмотрение по необходимости будет ущербным, поскольку, как уже об этом говорилось неоднократно, нельзя свести всю многосторонность жизни к одной ее частности, к интенсивности энергообмена.

Начало кривой скрыто в глубине материнского организма. Становление системы началось за девять месяцев до ее появления на свет. По своему рождению младенец выделяет уже порядочное количество тепла: 50—54 больших калории на килограмм веса в сутки. Недоношенные дети выделяют меньше, они родились на более раннем участке кривой.

Перелом энерговыхода в среднем происходит в возрасте одного-полутора лет. К этому времени основной обмен достигает 55—60 килокалорий. А дальше кривая идет вниз, сперва круто, потом все более полого, приближаясь к горизонтали: 50—40—30—24... Знакомый нам всплеск

и убывание термодинамической силы в открытой системе, подчиняющейся Второму началу.

Но это средние цифры, норма основного обмена. То есть существование в бездеятельных условиях. А в жизни перегрузки всякие, суточные и сезонные колебания, стрессы. И на гладкую линию «стратегии» системы налагается серия частных колебаний — «тактика» системы во исполнение того же принципа. Обычная работа резко повышает энергообмен. А сколько сил уносит современный отдых? Мы работаем всю жизнь. Даже если только говорим, что любим работать, и это тоже отражается на частном колебании обмена. И потому реальная кривая выглядит в виде пилы. Но, будучи усредненной, она принимает знакомый нам вид.

Комиссия ученых при ООН заключила, что основной обмен у человека старше 26 лет снижается каждые 10 лет на 7,5 процента. Американцы придерживаются 5 процентов. Англичане считают около трех. Мнения ученых в принципе не расходятся — кривая плавно приближается к горизонтали, но никогда не достигает ее. Потому что система непрерывно «улучшает» свою настройку, но не может достигнуть идеала. К чему приводит это улучшение, мы увидим далее.

СТАНОВЛЕНИЕ СИСТЕМЫ

Из всех устройств в мире яйцеклетка кажется самым невероятным. Да, организм работает при температуре собственного плавления, и это немножко удивительно. Но он работает, то есть разрушается и возникает заново, в потоке энергии, непрерывно стремящейся к выравниванию потенциалов.

Яйцеклетка, помимо всего прочего, — концентрат отборной энергии самого высшего качества, пороховой склад. И там же, внутри склада, хранятся катализаторы — запалы, само призвание которых — взрывать, открывать шлюзы для этой энергии. Закон никто не отменял, утечки энергии неизбежны, внутри склада теплится слабый огонек.

Какая точность изготовления, какой механизм, сложный, чувствительный и надежный, должен быть создан, чтобы клетка дремала до поры до времени, до получения

условного сигнала, и само время проплывало над ней, почти не касаясь ее.

Семена из древних захоронений не утратили способности прорасти. Лотос умопомрачительной древности через пропасть времени переслал нам свою программу, и ничтожная крупица вещества исправно обернулась красавцем цветком...

Получен сигнал. Долгожданная команда приступить к работе. Мы нигде не касаемся иных закономерностей, кроме нашей, и потому не будем рассматривать митозы и мейозы, танец хромосом, всю сложную технику развертывания работ. Важно одно — система начала распадаться. Запас энергии ограничен емкостью склада. Нужно успеть развернуть цепочки реакций, организовать связь с внешней средой, наладить приток энергии и, что еще труднее, выведение тепла, которое выделяется при всякой работе. Нужна необычайно емкая, компактная, гигантская «память», спрессованная в самой яйцеклетке, чтобы успеть — энергия теряется безвозвратно. В случае удачи клетка успевает. Число удач, процент их растет по мере эволюции. Человеческий зародыш развивается в глубине материнского организма, под защитой всех его сил, всего биологического опыта развитой особи.

И все равно клетка работает на пределе своих возможностей. Иначе нельзя. Да она и не умеет иначе, принцип все тот же: остановишься — не восстановишься.

А условия среды, несмотря на все охранительные меры, колеблются постоянно. Сегодня мама понервничала, завтра не так поужинает. Зародыш — часть организма матери, и вместе с тем имеет собственную программу действий: две системы влияют друг на друга, и это влияние динамично. Вот уже клетка исчезла, на месте ее две новые, четыре, восемь — и все они взаимодействуют друг с другом и организмом матери. Взаимодействие — не только взаимопомощь, это сложные и противоречивые перекрестные влияния.

Система растет. Все новые участки программы соответственно условиям включаются в работу. Словно звучит постоянный голос предков: сейчас наступит то-то, мы делали так-то и потому остались в игре, сумели передать тебе память об этом.

Ничего там не звучит, конечно. Просто возникает ситуация, которая имела место в прошлом много раз. И эта ситуация отсеяла тех, кто с ней не справился. Но разве

бывает абсолютное повторение в этом изменчивом мире? Программа пытается реализовать генотип, то, что должно было бы получиться «с голоса предков». А внешняя среда вносит свои поправки. И система отклоняется от стандарта.

Это и хорошо, и плохо. Хорошо потому, что возникают варианты, разнообразие — залог дальнейшего развития. Плохо, поскольку систему непрерывно лихорадит, идет судорожный поиск оптимальных реакций, перераспределение энергии. Наиболее простой способ обезопаситься от перегрева — синтез нового вещества. Синтез идет полным ходом. Но это сопряженная реакция. Значит, в опасной близости витает безнадзорная теплота. Склад горит, и в него непрерывно поступает горячее.

Молниеносная переброска потоков, колоссальное количество вариантов для непрерывного регулирования. Да еще эти вечные разногласия между двумя контролерами процесса: наследственной программой и конкретной ситуацией.

В потоке сырья обнаружено что-то необычное. Ах, такое бывало, говорит голос предков, нужно поступать приблизительно так-то.

Бедные предки, у них все ответы «в общем».

А если мама выжила с молоком добрую порцию ДДТ, которое им и не снилось? А если мама приняла сверхмодный препарат, якобы избавляющий кожу от «пятен беременности»?

Голос предков бубнит: «В наше время...», а система мечется в поисках решения. Нет решения. Ни в программе, где все «в общем», ни в возникших частностях. А энергия утекает через хаос неорганизованных реакций в разрушительную теплоту. И когда — и если — система появляется на свет, врачи констатируют: дефект внутриутробного развития.

Чаше система находит решение. Но тот вид, который она принимает, отличается от генотипа. Это издание, исправленное и дополненное средой, — фенотип. Его становление — непрерывная гонка, рост интенсивности энтропийного потока, взлет кривой на графике.

А система стала настолько сложной по своему составу, по организации, настолько сильной и самостоятельной, что отношения ее с соседкой — с материнским организмом — выглядят вполне однозначно. Системы отторгают

друг друга. По правилам морали, прихваченным из мира физики и химии.

И на младенца обрушиваются все факторы внешней среды, без защитного материнского экрана. Потрясение настолько резкое, что на время прекращается рост. «Физиологическая убыль веса новорожденных», — заметит педиатр. Превышение распада над синтезом, хаос реакций. Несколько дней может продолжаться поиск оптимального варианта. Потом размеры системы начинают увеличиваться: решение найдено.

А раздражители следуют один за другим, поодиночке и группами. Все выше поднимается интенсивность обмена, чтобы выдержать, выстоять, найти тот диапазон реакций, который позволит прочно утвердиться в окружающей среде. Система стремится к этому в том смысле, в каком любая система отвечает своим поведением принципу Ле Шателье.

Долгий и самый трудный год существования нового человека. Он отличается от последующих настолько, что врачи выделяют его в особый период. Больше всего неприятностей случается в это время...

Обобщенные реакции, наследие предков. У младенца почти еще нет ничего своего. Он не умеет локализовать раздражение. У него боль — это Боль. Мы, взрослые, забыли ее, но иногда и в нашем возрасте возникают состояния такой первобытной Боли. Она не обычная, четко обозначенная, пусть даже рвущая и труднопереносимая. «Таламические» боли, когда болит каждая частица тела и нет этих частиц, когда весь мир — Боль. Кора мозга почему-то не сработала, и сигналы нижнего уровня прорываются к сознанию в сыром, непрофильтрованном виде. А нижние отделы мозга работают по-старинному, иначе они не умеют. Отчаяние и страх — «я не знаю, что со мной» — багровая лавина древней боли заполняет и глушит сознание.

К счастью, такие состояния бывают не часто. Отделы мозга решают вопрос «в рабочем порядке», кора преобразует сигнал в более четкую и терпимую форму. Что лучше: корректное, хотя и неприятное предупреждение по телефону или надрывный, выматывающий душу вой сирены? Развитие коры снижает силу эмоций. И слава богу.

— Вот черт, — скажет взрослый, — желудок пошаливает. Надо бы принять что-нибудь.

А младенец мечется в пучине «боли вообще», Боли и Страха, заливающих грозной, непонятной волной его маленькое тельце. И не знает, что у него банальная кишечная колика. В древности, говорят, чувствовали сильнее. Не позавидуешь предкам...

Система развивается, как всегда, по пути разнообразия, строго организованного. Чем дальше — тем строже. Дифференцируются не только части системы — биохимические реакции, клетки, органы, ткани. Дробятся ощущения. «Просто плохо» распадается на голод, мокрые пеленки, усталость, боль. «Просто хорошо» — на сытость, тепло, удобную позу, шум материнского дыхания. Свет — на солнце, на маму, новые игрушки и вообще все новое.

Все еще очень шатко, любой процесс склонен к генерализации, к ответу в общем, мал собственный запас внепрограммных ответов на воздействие среды. Но совершенствование продолжается на фоне все той же безумной гонки: кривая ползет вверх, еще немного — и организм может сломаться, может наступить необратимое разрушение сложностей. Сколько раз так бывало на химических уровнях развития. Но нет, подъем остановился. Система справилась с условиями, она выстояла и переходит в стационарное состояние. У кого раньше, у кого позже, но в среднем через год жизни совершается это великое (в нашем плане), поистине переломное событие.

Вот она топает — сама! — в открывающийся перед ней мир, с первыми зубками и умением обойтись без маминого молока, с зачатками собственного иммунитета, со своим характером и почти готовыми ответами, более или менее четкими, на каверзные вопросы внешней среды. С первыми синяками.

Она победила.

Начинается... старение системы.

СТАРЕНИЕ СИСТЕМЫ

Как иначе назвать то, что началось в системе не в физиологическом, психическом или еще каком-то отношении, а лишь по выходу энергии? Наша узкая мерка не позволяет нам видеть иное: график-то взят готовый, на нем запечатлено поведение любой, не только живой системы, под влиянием внешнего воздействия. Согласно общему принципу любая из них в соответствии со своей

организацией принимает меры для того, чтобы скомпенсировать это воздействие путем внутренней перестройки.

В живом организме и внешние воздействия, и внутренняя перестройка идут рука об руку до поры до времени — они нарастают. Но возможности организма по сравнению с неживой системой огромны: у него есть наследственная программа. Да и сложность... Организм «довел» себя до грубого соответствия диапазону условий, в котором ему предстоит существовать. А дальше острота ситуации уменьшается: новый организм начерно «вписался» во внешнюю среду. Но дифференциация продолжается. Продолжается «подгонка» к среде, все более точная. Она будет идти всю жизнь. И всю жизнь будет снижаться интенсивность энергообмена: организм становится все более совершенным, экономичным, он стареет от пика энерговыхода до последнего рокового излома кривой, за которым живая система перестает быть ею.

После года жизни система начинает свой медленный-медленный спуск по неровной тропинке. Эти частные неровности не видны на графике, но очень ощутимы в жизни. Дорожка может круче идти под уклон или вставать на дыбы, она вся в ухабах. Их надо преодолеть. Обратного пути нет. А умения все больше. А тропинка все уже. И, когда она выходит почти на горизонталь, система становится очень совершенной в очень узком диапазоне условий. Любое воздействие, даже такое, которое раньше могло казаться незначительным, теперь может стать роковым.

Мрачная перспектива. Хорошо, что сама система не замечает этого. Она продолжает развиваться с полным удовольствием, растет и дифференцируется.

Но поскольку ей теперь позволено тратить меньше энергии попусту (реакции становятся более точными), а избыточное поступление энергии пока еще имеется, надо пустить ее в дело, на внешнюю работу, для общения с окружающим миром и дальнейшего совершенствования.

И система старается до изнеможения. Она лезет на стулья и падает с них, забирается в чужой сад — и довольно удачно, она бегаёт наперегонки с другой системой вон до того дерева, проныривает речку, поглощает явно и тайно несметное количество углеводов — наиболее приятная упаковка для энергии! — из красивых оберток и липких банок, запертых в серванте. Она задает тьму вопросов внешнему миру и самой себе; наивных — засовывая палец в огонь, нахальных — прыгая с обрыва,

бестактных — выясняя тайны своего рождения в присутствии посторонних дядь и тетей...

Родители ужасаются — мы были не такими. Конечно, не такими. Во-первых, это другая система. Во-вторых, она сделала крошечный шаг по пути эволюции. Она старше своих папы-мамы на целую генерацию. Ее надо уважать. Она знает, что делает, если даже не знает этого.

«Детей надо баловать, — говорила одна сказочная дама, атаманша по профессии, — только тогда из них вырастут настоящие разбойники».

Ребенку надо помогать. Он будет частью коллектива, а коллектив — о, это система более высокого уровня, и требования ее должны исполняться по возможности с меньшими разногласиями.

Детство. Самый приятный этап старения. Правда, бывают трудные периоды. Мир полон случайностей. Какой-то слишком уж крупный подвох внешней среды — и система ложится пластом. Она отказывается от внешней работы. От своих любимых углеводородов и прочих энергистических источников. Она частично отключается от мира. Все силы брошены на перестройку, на поиск оптимального варианта, который бы выправил положение. Хаос биохимических реакций — всплеск энтропии — систему лихорадит. Диагностика затруднена. То, что у взрослого имеет вполне очерченные, четкие локальные симптомы, у детей расплывчато и «в общем». Дети болеют по-другому, по-древнему. Они часто температурят, по поводу и вроде бы без всякого повода. Лабильность, неустойчивость терморегуляции, скажет врач.

Детям труднее болеть, чем взрослым. И детям проще: юная система еще сохранила силу и примитивность мало дифференцированных реакций при смене условий, она не успела стать жесткой, совершенной и обедненной на своем необратимом пути развития. Дети болеют бурно, кратко и «целиком». Они отвечают на каверзы среды громко, но неразборчиво. Старики болеют вяло, длительно и «по частям». Их ответ конкретизирован, но не громок.

А время идет. Организм все точнее и, к сожалению, все прочнее вписывается в данные окружающие условия. Он достигает разрешенных термодинамикой пределов роста (если таракана хорошо кормить, он не вырастет с лошадь — он сварится в собственном соку).

Теперь внутренняя работа исчерпывается объемом синтеза, необходимым для поддержания размеров непрерыв-

но сгорающей системы. Вся остальная энергия, если организм получился нормальным, используется для внешней работы, нужной ему самому и сообществу этих организмов.

Работа. Ученик трудится в поте лица, медленно и ко-ряво преобразуя данный ему участок внешней среды. Мастер производит ту же работу одним движением. Но за этим движением — весь пот, все ошибки и опыт пройденной жизни. Прочие движения отброшены и часть их утрачена: они не нужны. Все совершеннее и экономичнее деятельность стареющего мастера. Все уже диапазон его возможностей.

Юная система, невероятным образом повиснув на ветке (какая жалость, предки хвост потеряли, «упростились» некстати!), раскачивается вниз головой и блаженно вопит от восторга. Бабушка этой системы хватается за сердце от одного зрелища, от самого представления подобной ситуации.

Юная система одновременно делает кучу важнейших дел: жует промокашку, чистит нос, щиплет соседа, мечтает о космосе и впитывает школьную программу. С возрастом, она, может быть, начнет планировать свою деятельность, выделять лишь часть мероприятий и отбрасывать остальные. Потом вообще забудет о глупостях и отдаст всю свою энергию — увы, уменьшающуюся — одному делу.

Молодость способна выполнить — кто лучше, кто хуже — любое поручение. Старость скорее всего откажется: не наше это дело, и переучиваться сил нет. «Специалист подобен флюсу...»

Вы можете возразить, припомнив знакомого академика, и в почтенные лета сохранившего весь пыл и разносторонность юной натуры. А я выставлю против вашего академика тысячу бабушек — они окостенели в своем узеньком мирке «кошка — печка — соседка» и полны страхов: как бы чего не случилось, не сдвинулось в застылом их окружении. Это в самом деле страшно для суперадаптировавшегося организма, возможностей перестройки почти не осталось. Не дай бог насморк. И когда мы с пеной у рта убеждаем престарелого и упрямого родителя поменять свою деревенскую развалюху на двенадцатый этаж столичного шик-модерна — не бывает ли это слишком жестоко? Ведь и мусоропроводом можно убить человека.

А тропинка спускается все ниже. На рис. 1 отображен только выход энергии из системы, удельное образование энтропии. Но вспомните, что Второе начало — принцип энтропии — словно директор предписывает направление процессов, а Первое начало — закон сохранения энергии — подобно бухгалтеру приводит в соответствие дебет и кредит. Не только расход, но и приток энергии уменьшаются с годами. Старость зябнет. Организм теряет былую силу подобно высокоразвитому и оскудевшему биоценозу на последнем этапе развития.

Говорят, что количество теорий старения перевалило за две сотни. Не все они, наверное, теории. Есть и просто гипотезы, и варианты одного и того же. Так или иначе, геронтология — наука о старости и старении — развивается весьма бурно и обычным в системе знаний порядком. Со своими находками и потерями, слиянием и разделением взглядов, сменой истин, формированием ярусов иерархии, выходом в практику и окружающие области знания.

Не всегда можно различить под внушительным обликом новой теории с ее функционально-морфологическими, биохимическими, генетическими, математическими и прочими доводами развитие, трансформацию очень древней идеи.

Со времен Гиппократов старение рассматривали как утрату природного жара, прирожденного тепла, творческой энергии, жизненной силы, таинственного флюида, заложенного в организм свыше. Отбросим эти толкования как сутубо идеалистические. Но, отбрасывая, посмотрим, что в них общего.

Во-первых, все они говорят о чем-то, имеющем энергетический смысл. И это не такая уж ересь. Во-вторых, все они считают, что некая сила заложена в организм однократно, при его рождении. Вот в чем их великий грех.

Еще Лавуазье и Лаплас в 1780 году (задолго до Майера!) экспериментально показали, что окисление пищи в организме морской свинки и прямое сжигание этого вещества вне организма дают примерно одинаковый тепловой эффект.

Иными словами, организм, как и любая открытая система, живет в непрерывном потоке обновляющейся энергии, безо всяких там непознаваемых флюидов, единожды полученных свыше. А вот напряженность этого потока

падает: согласно теореме Пригожина подобные системы развиваются по пути ослабления термодинамической силы. «Жизненная сила» уступила место термодинамической силе. Что, конечно, в корне меняет дело.

По очень грубой аналогии с газовой горелкой в «варианте Гиппократы» предполагалось, что к этому устройству придается один баллон со спецгорючим. Теперь мы знаем, что универсальное горючее может поступать бесконечно, централизованным путем, а вот горелка с течением времени необратимо засоряется.

Грубость аналогии становится непростительной, если учесть, что «горелка» всю ее жизнь самосовершенствуется. Вначале нам этот процесс нравится, потом — не очень. Чем дальше, тем меньше нравится. Мы все громче начинаем говорить о признаках старости, инволюции, обратного развития. Но развитие организма не имеет обратного хода, это необратимый процесс — всегда в сторону наивысшей адаптации.

По определению ученых, адаптация — «соответствие (а также процесс, приводящий к такому соответствию) между живой системой (или ее частью) и внешними по отношению к ней условиями». Она включает в себя не только изменения организма под влиянием среды, но и изменения среды под влиянием организма.

Адаптация самого организма — сложный двуединый процесс. С одной стороны, развиваются все новые приспособления, элементы, реакции для более полного противостояния внешним условиям. С другой — часть из них непрерывно теряется. Система все жестче и необратимей специализируется в уменьшающемся диапазоне условий. Она совершенствуется и скудеет одновременно. Она изменяется. По своим собственным, биологическим законам, за спиной которых трудно рассмотреть принцип Ле Шателье и еще труднее — Второе начало. Разве что на примитивном графике они выпирают, как шило из мешка, свидетельствуя о родстве живых и неживых систем, о единстве мира.

...Юный Будда, совсем еще несмышлениш, попросил отца: «Сделай так, чтобы я оставался молодым и жил бесконечно!» И мудрый царь Кудгодана печально ответил: «Ты просишь невозможного, сын мой...»

Папа Будды чтит единство законов, которым подчиняются все возникающие в мире быстротечные частности: от простейшей физико-химической системы до микроба

и божества. По этим законам развитие неизбежно сопровождается старением и гибелью — кому как на роду написано.

А КАК НА РОДУ НАПИСАНО?

Часто считается, что эволюция — непременно путь наверх, все равно куда, лишь бы повыше. Применительно к нашему графику сменяющие друг друга поколения должны карабкаться все выше по крутому склону, все дальше от точки термодинамического равновесия со средой. В этом смысле курица, конечно, обставила человека, она существует при более высокой температуре тела. Интересно, какова интенсивность обмена у примитивной бактерии, живущей в горячих источниках при 90° С?

Вряд ли стоит так упрощать эволюцию. Невелика заслуга поглощать и выделять калории со страшной термодинамической силой — организм все-таки не керосинка. А вот сделать так, чтобы особь продержалась в потоке энергии хотя бы то время, которое необходимо для воспроизводства себе подобных, чтобы поколения этой особи не хирели, а множились в веках, — это уже более интересная и трудная задача.

Время, время... Секвойя живет тысячелетия, с грехом пополам поддерживая свою популяцию. Микробной клетке достаточно прожить в приличных условиях десятки минут — и она погибает, распадаясь на две новые, восполняя прорехи в популяции, причиненные естественным отбором. Существует представление, что таким путем микробная клетка ускользает в бессмертие в отличие от многоклеточных организмов, неизбежно умирающих. Можно позавидовать. Но предоставьте завидующему возможность распасться на две новые особи — на два зародыша, на двух младенцев, на взрослых Иванпетровича и Марьпетровну без остатка — и он скажет: уж лучше я по-старому. Пожить самому хочется подольше.

Долголетие. Тема, интерес к которой увеличивается пропорционально возрасту. Снова и снова вспоминаются примеры реальных долгожителей — вот они, можно с ними поздороваться, расспросить секреты такой удачи. А из тьмы веков иногда доносятся сообщения вовсе уж странные.

Говорят, что ученик Пифагора Аполлоний Тианский

в XII веке, через полтора с лишним тысячелетия после прощания с учителем, занимался философией и алхимией под именем Артефиуса.

Говорят, что прослежены странствия Агасфера с XIII по XIX век. В XVII веке ему устраивали экзамен по истории, географии и языкам, и он вроде бы справился.

«5.27. Всех же дней Мафусаила было девятьсот шестьдесят девять лет; и он умер».

Кстати, Артефиус сказал: «Жалкий глупец, неужели ты настолько наивен, что думаешь, будто каждое наше слово следует понимать буквально, и что мы откроем тебе самую удивительную из тайн?»

А была ли она, тайна-то? Нет, мы не настолько наивны. Чтобы не понимать все буквально, мы проверяем возраст библейских старцев. Есть сведения, что в те давние времена годом называли лунный месяц. Соответствующий пересчет подтвердит, что Мафусаил немножко не дотянул до восьмидесяти. Чуть меньше его прожили Адам и Ной. Ничего особенного по теперешним меркам. А по тогдашним? Изучение египетских мумий показало, что две тысячи лет назад средняя продолжительность предстоящей жизни для новорожденного составляла 22 года. На фоне такого короткожительства мафусаилы должны были казаться чудом.

Но подобные чудеса наверняка имели место: даже из сорока «обследованных» неандертальцев один оказался старше 50 лет.

Что же касается других примеров бессмертия, так мало ли выдумок на белом свете? Наш трезвый практический ум говорит: этого не может быть. Хотя не менее трезвый ум позволил известному ученому и писателю-фантасту Артуру Кларку поместить пункт «достижение личного бессмертия» в достаточно серьезную программу грядущих успехов науки. И мы непоследовательно, но с удовольствием задумываемся над столь приятной перспективой. Потому что наука — она, конечно, все может.

Наука действительно может все. Кроме одного. Нарушать законы природы она не может. Очевидно, по интересующему нас вопросу следует обратиться к природе.

И вот вообразите, что мы получили разрешение побеседовать об этом с самой Эволюцией. Что мы можем от нее потребовать?

Высокая договаривающаяся сторона не склонна вникать в наши личные желания. Ее интересует устойчи-

вость популяции. Убыль больше прироста — плохо. Наоборот — хорошо. Если в меру, конечно. Итак, сколько нам надо прожить, чтобы для популяции было хорошо?

Женская особь нашего вида может способствовать интересам популяции в среднем до 45 лет. Плюс какой-то срок на воспитание последнего ребенка, до его повзросления. Этого достаточно для других высокоорганизованных животных. Но мы — люди. Мы ввели в правило передачу жизненного опыта через голову ближайшего поколения. Такое «перекрытие» безусловно полезно для популяции. Или было полезно на протяжении тысячелетий. Сейчас «институт бабушек» уступает место широкой сети дошкольных и учебных заведений, неживым хранилищам информации и вездесущему голубому экрану. Торгуясь с Эволюцией, невыгодно посвящать ее в эти тонкости. А ей невыгодно удлиннять «перекрытие» поколений: чем старше предок, тем консервативнее его житейские поучения, они могут излишне сдерживать развитие вида в меняющихся условиях среды.

По справедливости, мы можем потребовать «с запросом» что-то около восьмидесяти лет жизни — время, необходимое для воспитания внучки — первой дочери нашего последнего ребенка. И так уж Эволюция полагает, что мужские особи, как не столь ответственные в делах популяции, могут жить поменьше, чем женские.

Хорошо, что на самом деле разговаривать не с кем. Нет Эволюции в виде строгой седовласой дамы, нажимающей по хронометру роковую красную кнопку в нашем организме. Нет требования очистить помещение в плановые сроки. Сделал — не сделал свое дело в смысле популяции, и устраивайся как знаешь, насколько позволяют уровень социального развития общества и твои личные качества. И, конечно, случай — всего никогда не предусмотритишь. Могут люди прожить и сто лет, и полтораста, и больше, кажется, могут.

Так что поговорка «по одежке протягивай ножки» здесь вроде бы неприменима: одежда-то безразмерная. В эпоху феодализма человек жил в среднем 21 год, как в Древнем Египте. В XIX веке — 34 года. Вот цифры по нашей стране: 1896—1897 годы — 32 года, 1955—1956 годы — 67 лет, 1963—1964 годы — 70 лет. За полвека длительность жизни возросла более чем в два раза. Если и дальше так пойдет... А кто нас может остановить?

Представляете, как огорчительно прочесть в современной книге такие строки: «...достижения медицины позволили до настоящего времени продлить жизнь многих людей, но не продлили длительность человеческой жизни». Что это за демографические новости?

Обратимся к статистике, настроившей было нас на оптимистический лад. На рис. 11 показана человеческая смертность по возрастам. Между первой и второй кривой прошло 111 лет. Срок немалый, если учесть бурные темпы цивилизации. Что же изменилось? Меньше стали умирать дети. Все больше людей доживает до весьма преклонных лет. Это заслуга социального развития, профилактической и лечебной медицины. Но пик смертности почти не сдвинулся. Он, как и раньше, приходится на знакомый уже возраст Мафусаила — около 80 лет, только стал отчетливее выражен. Пожалуй, если так пойдет дальше, усилия медицины смогут лишь сделать круче его взлет, еще яснее проявить скрывающуюся в глубине популяции закономерность.

Расчеты Национального центра статистики здоровья США показали, что полная ликвидация сердечно-сосудистых болезней продлит жизнь человеческую всего лишь на 6—7 лет. Уничтожение раковых заболеваний прибавит еще 1,5 года. Это не может существенно отразиться на характере кривой, наглядно свидетельствующей о том, что есть видовая длительность человеческой жизни. И мы уже упираемся в нее, увы, не поддающуюся нашим усилиям.

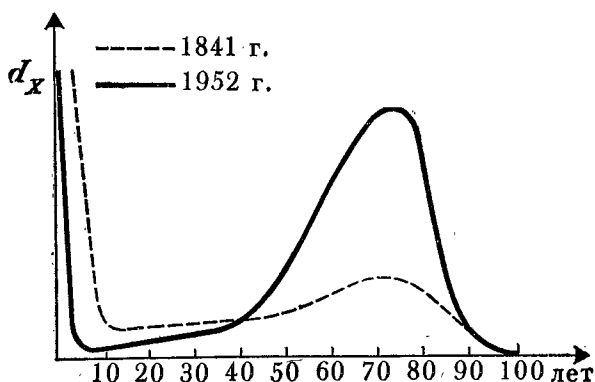


Рис. 11. Изменение смертности по возрастам

Неужели злющая тетка Эволюция умудрилась-таки вмонтировать нам свой выключатель?

Пожалуй, не столь уж редко теории старения заняты поиском выключателя, подобно тому, как мы подходим к сложнейшему явлению жизни с узких термодинамических позиций, правда, все время оговариваясь, что наш взгляд отнюдь не исчерпывающий. Глядишь, какая-нибудь железа, вроде бы и не очень заметная, в ходе многолетних исследований оказывается связанной со всеми изменениями стареющего организма. Вот она, первопричина! А сосед занимается нервными клетками. С возрастом они подвергаются пигментной атрофии. Без мозга не проживешь. Все ясно...

Возникает плодотворная дискуссия, и оказывается, что не все ясно, что каждый исследователь прав лишь отчасти. Нет никакого выключателя. А есть однонаправленное развитие во времени сложнейшей системы под названием «организм». Это развитие проявляется в непрерывных и согласованных изменениях всех органов и тканей — все части взаимодействуют, обуславливая старение системы. Разумеется, нередки случаи, когда одна из деталей вдруг напрочь выходит из строя, и система разваливается. Но это уже патология. Старение — норма.

Старость как этап этого закономерного процесса тоже норма. Иногда приходится слышать, что старость это болезнь, с нею надо бороться, ее можно лечить. Лечить-то можно... Есть хорошее врачебное правило: лечить не болезнь, а больного. Можно и необходимо лечить больного старого человека от каких-то заболеваний, но устранить саму старость, превратить дедушку в физическое состояние внука?! Тогда почему бы внука не превратить в яйцеклетку? Можно ли бороться с законом природы, с детством и юностью, возмужанием и старостью? Юность не бывает раньше детства и старость не сменяется возмужанием.

А весь цикл развития, запас прочности, совместимый с существованием системы, как свидетельствует статистика, укладывается в «мафусаилов возраст». По правилам статистики разброс неизбежен, но количество долгожителей составляет лишь доли процента: они статистически недостоверны, хотя и существуют вполне реально. И эволюции совсем не нужно стоять извне, заботиться о красной кнопке. Она просто (не так-то уж это было просто) сформировала системы с достаточным сроком «выработки

ресурса». Если учесть, что это случилось давно, когда люди обычно не доживали до срока, отпущенного им «на вырост», нам грех жаловаться на ее жестокость. Но — ах, как этого мало для нас!

ЗАМЕДЛИТЬ СТАРЕНИЕ!

Интересно устроен человек. Вот мы доказали себе, что старение необратимо и существуют законные сроки жизни. А потом читаем очередную легенду «из тьмы веков». Читаем и комментируем про себя.

Некий Танасвиджи, мудрец по профессии, прожил 186 лет. Ну и что? Просто повезло мудрецу в этом статистико-вероятностном мире. Он дважды омолаживался. Странно, что помер. Видно, не перенес третьего омоложения — процедуры, по его рассказу, весьма тяжелой. Как жаль, что он умалчивает о методике... В своих странствиях по Гималаям он повстречал старика, пришедшего туда 5000 лет назад. Старик не знал новых языков и объяснялся исключительно на санскрите. Пять тысяч лет! Вот уж этого никак не может быть. Двести — мы бы еще поверили.

То есть мы устанавливаем какой-то предел жизни далеко за мафусаиловым, весьма расплывчатый, но железный. Мы называем его разумным пределом. И вместе с тем не прочь допустить, что возможен-таки «эликсир молодости» — чем черт не шутит, вдруг откроют? Вдруг повернут процесс вспять, к яйцеклетке?

Но правила статистики не ставят жесткой границы, они не исключают гималайского старца, просто он весьма маловероятен. По сравнению с ним вечный странник Агасфер более вероятен, Танасвиджи и реальные долгожители еще вероятнее, мафусаилы — статистическая норма, а детская смертность при идеальной медицине должна встречаться так же редко, как этот старик.

И законы термодинамики, обязательные для живых систем, смотрят на него сквозь пальцы. Он же «не нарушает»! В каждой системе свой отсчет времени — по величине изменений, по интенсивности развития. Время системы даже обозначается особым значком «тау» вместо обычного «Т», измеряемого календарем и часами. Людовик II Венгерский в двадцать лет скончался от глубокой старости. Гёте на девятом десятке имел вид юноши.

Знаменитый Томас Парр в 105 лет был подвергнут церковному покаянию за незаконное сожителство, в 120 очередной раз женился, в 152 умер от случайного переедания, и великий Гарвей на вскрытии не нашел серьезных старческих изменений в его организме.

Но время измеряется необратимым процессом. Пока гималайский старец стареет — все в порядке. Вот если бы он повернул вспять — тогда старичка придется убрать, он окажется вне закона. А так — можно замедлять дорогу насколько угодно. Термодинамика не возражает. Если, конечно, это будет согласовано с более высокими, биологическими законами.

История сохранила память о множестве несогласованных попыток «задержаться в пути». Попыток наивных, грустных или жестоких, но всегда каким-то концом связанных к науке.

Гиппократ сказал, что старение — утрата природного жара. Так поменьше его тратить — пускай раб трудится. Но увы! Даже патрициям лень не прибавляла долготлетия.

Надгробная плита донесла до нас хвастливые слова древнего римлянина, прожившего сто с лишним лет «благодаря дыханию юных женщин». Хорошо, если это был просто веселый гражданин, душа общества, любимец дам. Бывало и по-другому. Сказка о Синей Бороде возникла не на пустом месте. Поскольку сам непогрешимый Аристотель утверждал, что запас природного тепла хранится в крови, в сердце юных организмов... Людовик XI, герцог Альба, Генрих IV, какие-то кардиналы, говорят, тщетно пытались продлить свое людоедское существование кровью детей и подростков.

Мудрый Аристотель, небось, и не предполагал, что его шаткий домысел может обернуться таким кошмаром. Беда, если идея вырывается из-под контроля разума.

Лет двадцать назад в магазинах неожиданно исчезла сода. К недоумению планирующих органов. Не могли они предусмотреть, что будет установлено снижение проницаемости клеточных оболочек по мере старения. Вот он, таинственный выключатель жизни! Как же его сблочировать? Ага, кажется, проницаемость восстанавливается в содовом растворе. Хрупкая идея проникла в массы. Результат сего был молниеносен. Массы, в основном женские, купались в соде, посыпали себя содой, плакали, но

пили соду. Потом, естественно, мода приувяла в силу бесперспективности занятия.

В конце прошлого века 72-летний Броун-Секар впрыснул себе вытяжку из семенных желез животного. И помолодел. Настолько, что сумел прорвать кольцо блокады, сбежал из Парижа в Лондон. Блокада состояла из мужчин разного возраста, срочно желавших стать юношами. Что было дальше, можно судить по первому рисунку. За вспышкой сил, за частным и кратковременным всплеском кривой последовала прогрессирующая дряхлость. Система всегда рвется на свой уровень.

Принцип развития организма не переделается. Но можно воздействовать на тропинку, по которой медленно спускается все более совершенный и обедненный организм, двумя способами. Или продлить ее, убирая камушки с дороги, или уменьшить крутизну, замедлить прогрессирующее обеднение организма.

Соответственно этому «борьба со старостью» выглядит комбинацией двух вариантов.

Чем прогрессивнее общество, тем старательнее охраняется старость. Если в малоразвитом племени голодной зимой сперва съедали старух, а потом собак (с собакой можно охотиться, а старуха — она старуха и есть), то по мере развития общества социальным и медицинским заботам о стареющем человеке придается все большее значение. Не только из человеколюбия и благодарности. Активная старость — концентрат опыта. Она утратила безудержное стремление вперед, но хорошо сохраняет накопленное. Это «плечи титанов» для молодых Ньютонов.

Второй путь — уменьшить крутизну своей тропинки, не так быстро спускаться к нежелательному и неизлечимому состоянию.

Если мы будем искусственно задерживать организм в его законном стремлении к все более узенькой дорожке, умышленно «покачивая» окружающие условия, а значит, и саму систему, если мы будем постоянно преодолевать физические и умственные барьеры, что будет с системой? Она будет развиваться в том же направлении, но ее оскудение на пути дифференциации окажется замедленным. Она дольше сохранит полноту реакций.

Если эти «покачивания» несовместимы с возможностями системы, она погибнет. Особенно опасны последствия усложнения условий — по нашему графику — на участке подъема, до года жизни, где все силы на пределе,

где так легко сломать эту хрупкость, карабкающуюся к вершине. А дальше сама система подсказывает пути воздействия на нее, щедро разбрасывая энергию, попадая в немыслимые ситуации собственного изготовления. Дети любознательны и непоседливы от природы. Взрослый должен заставлять себя быть активным чем дальше, тем с большим трудом.

Постоянная борьба с собой (вот тут борьба), самодисциплина и разумная, расчетливая безжалостность к организму приносят желаемые результаты. Человек, живущий в полную силу, дольше и полнее сохраняет разнообразие и интенсивность реакций, присущие юности. Он замедляет старение.

Ортобиоз — так называл Мечников умение жить разнообразной и... умеренной жизнью. То же самое рекомендует знаменитый Гуфеланд, специалист по науке (или искусству?) долголетия — макробиотике. Широко известна его фраза: «Ни один лентяй не дожил до глубокой старости».

Разнообразие и умеренность... С углублением наших знаний вырисовываются иные перспективы. Жить не посередине, а возле предела своих возможностей — вот к чему приведет будущая макробиотика.

Приведу пространную выписку из геронтологического труда.

«...Существуют более сложные законы энергии, знание которых просто необходимо для того, чтобы иной раз уберечься от катастрофы, или заболевания, или даже от... ранней смерти. Нередко такая смерть происходила просто от неумения руководить своим организмом, то есть от незнания самых элементарных законов энергетики.

...Ведь все специальности выработали особую и наилучшую технику работы, причем эта техника постоянно рационализируется и улучшается. Художник отлично изучил краски, которыми он работает, но жить он по большей части не умеет и предоставляет свою жизнь случаю, природе и собственному неумению.

Скажем, мало кому известно о том, что наш организм может работать на разные скорости (как любая машина), причем часто большая скорость отнюдь не является вредной, а, напротив того, чрезвычайно полезной и даже благодетельной.

...При слишком большой скорости организм может... потерпеть катастрофу, растратив запасные силы и не за-

метив этого. При слишком же незначительной скорости эта катастрофа бывает гораздо чаще и гораздо опасней — машина может остановиться или долгое время бездействовать, не вырабатывая или мало вырабатывая нужные для жизни и движения химические элементы. ...если человек случайно (или вынужденно) будет все делать медленно, с неохотой, затрачивая незначительную энергию, если он будет валяться, мечтать или петь грустные песни, то такое же состояние возникнет в работе организма.

...И наоборот — человек может приучить работать свой организм на значительную скорость без всякого вреда для себя. В этом случае только повышается весь обмен веществ.

...Тут чрезвычайно интересно отметить, что не только отдельного человека, но и целый народ (хотя бы в нашей стране) можно перевести на другую скорость, хотя бы и весьма непривычную. Для этого необходимо прежде всего расстаться с прежними привычками и выработать новые, которые, утвердившись, создадут новую, повышенную работу организма.

Конечно, тут преобладающую роль играет цель и устремление. Однако нельзя сказать... что все без исключения стремятся к цели. Тем не менее и их должно и можно изменить. Что у нас и делается не без успеха...

Люди же, не попавшие в эту переделку, те люди, которые, вопреки всему, старались сохранить свои навыки и прежние традиции, те самые люди, о преждевременной старости которых мы говорили, — они все терпят катастрофу».

Так писал Михаил Зощенко в повести «Возвращенная молодость».

После этого И. П. Павлов пригласил автора на свои знаменитые «среды».

Второй способ отдаления старости, оказывается, тоже не совсем личное дело особи. Да и не может быть иначе. Особь неотрывна от коллектива. Нормальная особь.

Но ссылка на мнение беллетриста, пусть даже талантливого, не для всех убедительна. Поэтому мы приводим слова видного современного физиолога Ганса Селье из его статьи «Что такое «стресс жизни»: «Нужно постигнуть искусство жить полной жизнью и при этом свести износ до минимума. Все машины при работе в какой-то степени изнашиваются, и человеческий организм не

представляет исключения. Но интенсивность работы не всегда пропорциональна износу... Секрет не в том, чтобы жить менее напряженно, а в умении жить более разумно... напряжение мозга и мышц в пределах их возможностей полезно, приятно и необходимо для здорового человека.

Благороднейшее стремление человека — выразить себя наиболее полно в соответствии со своими возможностями и склонностями. Каждый человек должен уметь установить данный ему от природы предел своих возможностей и жить в соответствии с ним».

Субъективные оценки «предела возможностей» иногда бывают опасными. А чаще всего излишне мягкими. Как это ни странно, организму нравится стареть. Следовать по протоптанной тропинке с положенной скоростью. Жить менее напряженно. И если не все мы любим «петь грустные песни», то уж поваляться на диване каждый не прочь. Слаб человек и велики беси...

ЖИВИ ДОЛЬШЕ, МАФУСАИЛ!

Медико-социальный путь продления человеческой жизни, как показывает исторический опыт и статистика, оказался весьма эффективным. В Древнем Риме сорокалетний считался стариком. Шестидесятилетнего называли специальным словом «допонтанус» — пригодный только для жертвоприношения. Теперь, согласно последней классификации геронтологов, человека в возрасте 60—74 года следует называть пожилым, с 75 лет — старым, с 90 — долгожителем.

Но человеческая популяция по-прежнему упирается в видовой предел жизни, вся целиком: моложавые йоги, погруженные в духовное совершенство, и грузные экстремисты, всесторонне развитые интеллектуалы и косные старушки. Неприятное положение: за железной стеной цивилизации беспомощно топчется естественный отбор, а внутри — обреченные люди послушно исполняют древнюю команду «как на роду написано». Процент пожилых увеличивается. Процент молодых снижается. Социологи и экономисты бьют тревогу: популяция стареет.

Если бы люди не только медленнее старели, но и подольше жили! Однако по последним демографическим данным выходит, что намечается уже не повышение, а пожалуй, даже некоторое снижение средней продолжи-

тельности предстоящей жизни для деятельных, то есть способных трудиться в полную силу, возрастов, колебания возле видового срока.

Сколько раз, еще в неживом мире прослеживая развитие сложностей, мы наблюдали подобное положение: эволюция вещества упирается в очередную преграду, и... неисчерпаемая в своих возможностях природа находит способ двинуться дальше. Конечно, в рамках закона.

Но сейчас ситуация иная. Сама природа поставила нам предел жизни. Изменить его (разумеется, не нарушая закона), если только это возможно, нам придется собственными руками. Пожалуй, природа в таком деле не помощник, а противник.

Достаточно молодое биологическое направление исследований в геронтологии принципиально отличается от традиционного медико-социального тем, что ставит своей задачей разработку средств искусственного изменения самих видовых сроков наступления старости и смерти, все большего удлинения не старческого, а зрелого периода и, следовательно, увеличения продолжительности жизни далеко за существующие пределы.

Как отодвинуть старость и смерть для младенцев и мафусаилов, гениев и футболистов, не на какой-то малый шаг, а... скажем, в значительной мере? С этим вопросом мы вынуждены обратиться, увы, к нашему грозному противнику. К природе. Больше не к кому.

Природа, скуповатая, но не злонамеренная хранительница тайн, нет-нет, да и проговорится о такой возможности. У пчел, муравьев, термитов рабочие особи живут несколько недель, матки — в 20—30 раз дольше. Рабочие пчелы, выведенные осенью, живут намного дольше, чем их коллеги из весеннего выводка. Если погибает матка — жизнь рабочих особей увеличивается в 5—6 раз. Кровососущий клещ из Средней Азии обычно управляется с житейскими делами в 1—2 месяца. Но если ему не повезет с кровососанием — что ж, он будет вынужден сохранять активность до 8—12 лет. Неоплодотворенные самки пчел-галликт живут год, оплодотворенные — 5—6 лет. Короче говоря, природа в нужных случаях умеет изменять видые сроки жизни в широком диапазоне. Скажем, в десятки раз.

Памятуя о биохимической общности живого, можно предположить, что природа не слишком-то щедра на разнообразие способов, замедляющих время в системе. А так

как выключателя все-таки нет, приходится исследовать взаимодействие множества реакций, обуславливающих суммарно то или иное изменение в системе.

Например, известно, что количество или активность ферментов в организме изменяется по ходу жизни. В частности, группа дегидрогеназ, катализирующих реакции отщепления водорода от субстрата (вспомните основную энергодающую реакцию — путешествия водорода от воды до воды), меняет соотношение своих компонентов. Естественно полагать, что в единой системе все члены этой группы ферментов влияют друг на друга. Следовательно, изменяя концентрацию одного из них, можно повлиять и на соседей с целью возврата их к наиболее желательному состоянию.

Это было бы просто, если на минуту забыть, что данная группочка ферментов всего лишь часть сложного организма, и все в нем завязано в единый огромный узел. Но поскольку иного не дано, приходится распутывать этот узел по ниточке. С большим или меньшим успехом. Пути различны — цель одна.

Разумеется, наиболее заманчиво непосредственное исправление того, «что на роду написано». Так, две половинки червя дали потомков с разной продолжительностью жизни: «головные» — 35 дней, три линии «хвостовых» — 63, 77 и 115 дней. Выведены линии мышей и насекомых, живущих в 2—3 раза дольше обычного. Все эти и многие другие эксперименты, проведенные в разных лабораториях разных стран, подтверждают возможность исправления программной «записи».

Видный советский геронтолог профессор В. В. Фролькис пишет: «Если считать, что старение связано с запрограммированными изменениями, то основным становится поиск веществ, мероприятий, влияющих на темп развертывания программы». Не обязательно этот темп зависит от чего-то совершенно неожиданного. Выясняется вдруг, что скорость жизни связана с вещами довольно-таки простыми, давным-давно известными.

Достигнуты значительные изменения видовых сроков жизни — чуть ли не в два раза — при частичном голодании лабораторных животных. Возникающий при этом «мягкий стресс» в соотношении гормонов препятствует организму «проскочить вовремя» положенные этапы развития. И животное вначале слегка отстает от собратьев по целому ряду показателей, потом нагоняет их, потом

контрольные особи погибают в свой срок, а опытный экземпляр не только сохраняет бодрость и аппетит, но и продолжает плодиться весьма долгое время. Оказывается, разумная диета, если применять ее с младенчества, помимо сохранения фигуры и здоровья, еще и ломает видовой барьер жизни. А неразумная (в том числе самодеятельное голодание) сокращает жизнь.

Исследуется влияние некоторых веществ, способных изменить ход обменных процессов. Эти вещества настолько обыденны, что даже не хочется их перечислять, памятуя историю с содой. Тем более что исследования эти биологические, а не клинические.

Лучше мы расскажем о другом эксперименте. Тысячу девственных самцов комнатной мухи одинакового возраста рассадили по 8—10 штук в стеклянные чашки. Обеспечили всех одинаково сахарным сиропом и водой. Чашки с подопытными поместили в постоянное магнитное поле. Контрольных убрали подальше. И начали считать. Живых и дохлых, день за днем.

В подобных исследованиях обычно сравнивают среднюю продолжительность жизни контрольных и опытных особей. Но даже значительное увеличение этого показателя под влиянием того или иного воздействия еще не означает, что изменился видовой срок жизни. Вспомните пример человеческой популяции на рис. 11.

Вот этот пример и использовали при оценке результатов эксперимента. Всего лишь 0,008 процента жителей Советского Союза доживают до 100 лет. Этот возраст приняли за «потолок» видového срока жизни. Нижняя граница — «мафусаилов возраст», статистическая норма — примерно 0,8 от максимума.

Так вот, в контрольной группе наибольшая продолжительность жизни насекомых составила 60 суток. Следовательно, мушиными мафусаилами можно считать особи, прожившие 0,8 от 60, то есть 48 суток. Только такие мухи попали в дальнейшие расчеты. И расчеты эти с высокой достоверностью показали, что «нормальные» мафусаилы должны завидовать их ровесникам, разгуливающим по магнитному полю: тем суждено было прожить на 73 процента дольше контрольных. А наибольшая продолжительность жизни в опытной группе вместо 60 суток составила 78.

Вряд ли стоит утверждать, что таким способом можно увеличить максимальную продолжительность человеческой

жизни со 100 до 130 лет. Но этот эксперимент, как и множество других, свидетельствует, что видовой срок жизни не есть что-то незыблемое.

Геронтологические позиции уже достаточно прочны для согласованного наступления на старость и смерть. Наступает пора совместных усилий. Проблема вышла за рамки частных исследований.

В работах по проекту «Долголетие» у нас в стране принимают участие множество ученых, коллективы ряда институтов АН СССР, АМН СССР, университетов, НИИ других ведомств.

В США организовано специальное научное общество, ставящее своей целью разработку средств искусственного увеличения продолжительности жизни. В информационном листке этого общества говорится: «Главной причиной, заставившей ускорить организацию... является тот факт, что мы находимся уже вблизи практического предела наших возможностей увеличить продолжительность жизни посредством традиционных биомедицинских исследований, ориентированных на лечение болезней; средняя продолжительность жизни остается на одном и том же уровне 70 лет с середины 50-х годов. Единственной неиспользованной возможностью увеличить среднюю продолжительность жизни остается замедление процессов старения».

Проблема выходит за рамки исследований в отдельных странах: популяция homo sapiens все-таки едина, и забота о долголетьи ее представителей должна быть всеобщей. Известный американский ученый, лауреат Нобелевской премии Дж. Нортрон, автор ряда экспериментальных геронтологических исследований, пишет, что изучение путей искусственного продления жизни должно вестись с затратой средств, сравнимой с затратами на оборону страны и космические исследования. Поскольку пока этого не наблюдается, Нортрон замечает: «Очевиден вывод, что мы более заинтересованы в достижении Луны или в сокращении жизни наших врагов, нежели в продлении собственных жизней...»

Организуется Международное общество для согласования усилий в разработке проблемы. Почетный президент этого Общества иностранный член АН СССР Лайнус Полинг ставит задачу продления зрелого периода жизни человека на второе место по значимости после задачи борьбы за мир и разоружение.

Среди главных достижений науки в ближайшем будущем, предсказанных по методу Дельфи группой из 20 экспертов, значится: «Химический контроль над старением, продлевающий жизнь на 50 лет».

По мнению английского ученого Д. Кинг-Хили, ближайшие пятнадцать лет дадут людям «эликсир жизни»: «Проблемы долголетия и даже бессмертия станут тогда предметом научного исследования».

БЕССМЕРТИЕ

Много лет назад во французских газетах появилось заманчивое объявление. Предлагалась кругленькая сумма франков за пустяк, ни за что: любому, кто найдет в Библии доказательства бессмертия души. Души? В Библии? Проще простого!

Можно представить, как тщательно просматривались строки священного писания.

Премия осталась невостребованной. Нет в Библии ничего такого. А вот наоборот — сколько душе угодно...

Экклесиаст, 3:

«...19, потому что участь сынов человеческих и участь животных — участь одна: как те умирают, так умирают и эти, и одно дыхание у всех, и нет у человека преимущества перед скотом, потому что все — суета!

20. Все идет в одно место: все произошло из праха и все возвратится в прах.

21. Кто знает: дух сынов человеческих восходит ли вверх, и дух животных сходит ли вниз, в землю?

22. Итак увидел я, что нет ничего лучше, как наслаждаться человеку делами своими, потому что это — доля его; ибо кто приведет его посмотреть на то, что будет после него?»

Вот так. И круговорот вещей, и вечный скепсис мыслителя, и неизбежность конца. Даже смысл жизни. Только бессмертия нет. Даже для души.

Человеческий разум поднес его обладателю неожиданный подарок — осознание грядущей кончины. Говорят, что животные лишены этого дара и потому, безусловно, счастливы.

Особь смертна, как и другие уровни биологической организации, как «смертны» неживые физические системы: материя вечна, формы — проходящи.

На нашем первом рисунке энтропийная кривая рано или поздно, на той или иной высоте, достигает своего последнего этапа: круто и необратимо падает к нулю, к состоянию термодинамического равновесия со средой.

Открытая система перестает существовать.

Причины смерти неисчислимы, почти всегда случайны, и эти случайности приводят к закономерному результату, который совсем не хочется называть естественным, — наше сознание бунтует против такого логического конца.

Говорят, что смерть запрограммирована, как цвет волос или форма носа. Однако чтобы биологическая особь записала себе смерть в свою наследственную программу, ей надо стоять над смертью, жить после смерти: безжизненная система не может формировать сигнал, не может передавать его по наследству, у нее нет наследства. И вообще, всё это мистикой пахнет.

И. И. Мечников в «Этюдах оптимизма» анализирует случай «естественной смерти» в полном сознании и без видимых причин. По рассказам матери, так умирал мой прадед, и многие из нас знают такие истории. Человек в полном здравии велел истопить баню, парился всласть и, переодевшись в чистое, ложился в передний угол на лавку под иконы: «Зови, бабка, детей — помирать буду». — «Да что ты, старый, нашел время, сею убирать надо!» — «Я не задержу...»

И, отдав последние наставления, сделав все, что полагалось в жизни, добровольно уходил из нее...

Но тут всегда возникает сомнение. А не тяготился ли человек собой, сознанием бесполезности, обузы для большой семьи при малом достатке? Или своей заброшенностью и никчемностью, если он одинок? Не есть ли это одна из «случайных» причин смерти? Ведь организм может для себя сделать многое, в том числе и остановиться без какой-либо особой команды извне, без красной кнопки, которую нажимает бесплотная седая дама — эволюция.

Одного не может организм — стать бессмертным.

Мы везде ищем хоть намек на возможность этого блаженного состояния. Вейсман говорил о бессмертии зародышевой плазмы. Цитологи рассуждают о клетке, путем деления ускользающей в бессмертие, о вечной молодости одноклеточных организмов.

По-видимому, примитивные одноклеточные в очень

хороших условиях действительно неспособны стареть: они разваливаются, едва дойдя до вершины их удельной интенсивности энергообмена. Лишь бы сумели передать потомкам свою, все более упрощающуюся программу. Впрочем, потомки все равно ее растеряют, если эти роскошные условия будут продолжаться. Малейшее колебание среды — и жизни как не бывало. Мы уже видели, к чему приводит ускорение синтеза на различных уровнях, вплоть до молекулы РНК. Все хорошо в меру. В том числе и хорошие условия, и молодость.

Не зря возникли многоклеточные, они выжили и получили возможность продолжать общий рост организма далеко за пиком удельного энергообмена, сохранять целостность в более трудных условиях. Конечно, в ущерб интересам клеток, стремящихся к «вечной» молодости.

А бессмертие — как это все же заманчиво... Стоило появиться опытам по пересадке ядра пока еще на лягушке — и тотчас оживилась бессмертная тема. В самом деле: взять у донора клеточное ядро, ввести в протоплазму другой клетки — и в мире появится копия донора. Хотите — сто, хотите — тысяча, миллион Иванпетровичей, свеженьких, одинаковых, как две капли воды.

Полноте: могут ли быть одинаковыми две капли? Это все будут разные люди, ведь на них, кроме наследственной программы, влияла среда, полная случайностей, на каждого по-своему. Но главное — это другие люди, и стареющий Иван Петрович будет грустно взирать на них. Ну, еще испытает какое-то чувство, с натяжкой именуемое родственным. Все-таки потомки. Тут не о бессмертии надо говорить, а в чисто юридическом плане решать — папа или не папа? Поскольку наследование генетического кода природе давно знакомое дело и к бессмертию особи отношения не имеет.

Бессмертие — самая страстная наша мечта.

Но мифический Агасфер, вечный странник, скитается по городам и весям отнюдь не с туристскими целями: «по всей земле пройти мне в кедах хочется...» Ему не хочется. Он проклят небом. Где бы он ни остановился — слышит Голос: «Уходи!..»

Человеческая фантазия в качестве самого страшного, высшей меры наказания, выдвинула... бессмертие. О, людское непостоянство!

Согласитесь, что тот же гималайский старец использует свое счастье неправильно. За пять тысяч лет

Гималаи своротить можно, а он где-то в укромном месте все на своем санскрите объясняется... Да еще, небось, забыл половину.

По-настоящему бессмертный должен быть прежде всего деятельным. Иначе зачем оно, бессмертие? Божье наказание? Бесконечно жевать и выделять свои калории, прячась от смертных счастливицков, тупо глядя на волны Времени? Бессмертный должен иметь цели и получать удовлетворение от работы во имя целей, и мучиться от неудач, и копить опыт. Рисковать и, возможно, погибнуть. Если это человек и ничто человеческое ему не чуждо. Если он не отделяет себя от других людей и, как говорят докладчики, болеет за коллектив.

Героиня пьесы Карела Чапека, прожившая всего триста с чем-то лет, завидует обычным людям: «Ах боже мой, если бы вы знали, как вам легко живется!.. Вы так близки ко всему. Для вас все имеет свой смысл... А в нас жизнь остановилась. Остановилась... и ни с места...»

Чапек ухватил главное: жизнь остановилась. Время потеряло свое значение. И ничто не имеет смысла.

Любое представимое нами разумное существо имеет цели. Уже на уровне обыкновенной старости цели уменьшаются. Как правило. Да, есть ненасытная жажда жизни, и работа до последнего вздоха, и сетование Льва Толстого в адрес природы, которая с бесстыдной иронией, истощив силы, оставляет желания. Но это, по-видимому, еще не та старость, не совсем старость, когда человек «замкнулся в себе» и почти ничего не хочет.

По мере старения эта тенденция, как правило, нарастает. А если старческие изменения восьмидесятилетнего человека будут «углубляться» еще сто — двести — триста лет? Пожалуй, такая жизнь действительно похожа на проклятие. Нет, правы ученые в своих попытках удлинить не просто жизнь человеческую, а ее зрелый период, с тем чтобы люди жили очень долго и активно, а уходили примерно на том же уровне одряхления, что и теперь.

Бессмертные же не имеют права достигать старости. Они должны «застыть» в своем зрелом состоянии, не развиваться далее. На нашем рис. 1 такой вариант давным-давно показан линией А. Это системы, на которые не влияет время. Они нереальны.

Кажется, бессмертие не для нас. Везде, где есть развитие, неизбежен конец чего-то и начало другого. Все реальные системы развиваются, поскольку есть рост эн-

ропии. Все они существуют во времени. Время бездействует только в идеальных изолированных системах, дошедших до точки, до максимума энтропии. Там нет развития. Они бессмертны. Они просто не существуют в нашем мире.

А нам на роду написано меняться. И сама жизнь меняется. Она становится все желаннее. Сколько надо прожить теперь, чтобы без тени сожаления уйти из нее? Мы живем все дольше, а жажда жизни растет.

Может быть, мы стоим на пороге нового состояния, сказочного долголетия, которое разрешит наш конфликт, позволит расставаться с жизнью спокойно, как это делали мифические старцы, «пресыщенные днями». Только вряд ли мы пресытимся...

А пока мы в страшном долгу друг перед другом, перед собой и еще нерожденными, потому что у нас общая участь, и никто кроме нас самих не в состоянии отдалить ее приход.

Ганс Селье пишет: «Даже величие покорения вселенной или страх перед новой войной, или же опасения, что земной шар окажется перенаселенным,— все это отступает на задний план у смертного одра обреченного, который умрет потому, что в борьбе с его недугом мы не были достаточно усердны».

Потому нам так близки голоса людей, звучащие через даль времен,— плач Гильгамеша по умершему другу, и яростная жалоба Иова, возмущенного высшей несправедливостью, и строки забытого средневекового поэта Джона Донна:

«Смерть каждого человека умалает и меня, ибо я един со всем человечеством, а потому не спрашивай, по ком звонит колокол — он звонит по тебе...»



МЕСТО ПОД СОЛНЦЕМ

В твоей упряжке четверной
Земля, Огонь, Вода и Воздух
Несутся в молниях и звездах,
Дорогу вытянув струной.
И колокольчик их звенит,
От тяготенья независим.
И вот по непроезжим высям
Четверка ринулась в зенит!

Павел Антокольский

Мы часто говорим, что человек вступил в стадию социального развития. При этом иногда молчаливо подразумевается, что коль скоро вступил куда-то — значит, ушел откуда-то. То есть из биологической стадии. С помощью изобретенной им лопаты вырыл пропасть между собой и другими существами, отряхнул прах прошлого с ног своих, власть природы и ее биологических законов. Как когда-то первая живая клетка, якобы чудесным образом возникающая, отвергла закономерности неживого мира.

А этого вовсе не было и не могло быть. Усложняющаяся система сохраняет в себе все ранние уровни, все основные закономерности предыдущих стадий. Новыми могучими средствами мы решаем старинную задачу бесконечного развития.

Вечная борьба со средой, рост энергорасходов, все более трудные рубежи и их преодоление. Во имя чего? Нельзя ли остановить все это, ограничиться тем, что есть?

А никак нельзя. Или вперед, или назад. Эволюции все равно — она же слепая — упрощайся хоть до вируса, лишь бы развитие шло. Вот при таком развитии вспять действительно можно ожидать всамделишного демографического взрыва. Если бы вся популяция, столь высокоразвитая, двинулась к левой границе, умудрилась возвести подобное в принцип существования, ограничилась заботами о продолжении рода — она бы достигла невиданных успехов. И лишь беспомощные осколки были бы переброшены этим взрывом обратно, за ту стену, которую когда-то с таким трудом перелезла обезьяна в закономерных усилиях стать человеком.

По счастью, это невозможно. Природа не разрешит. Человечество должно двигаться вперед. По своим собственным, высшим законам социального развития, но и во исполнение древнейшей тенденции, через преграды, возникающие на пути. Потому что мы — часть единого мира; не только «цари стихий, владыки естества», но и рядовой этап в единой цепи развития сложностей.

Говорят, что человечество возникло где-то в районе двадцатой широты. Сейчас ему подвластны все широты. Оно осваивает глубины океана и космос — среду, совсем не приспособленную для обитания. Это рождает новые проблемы. Мы расскажем об одной из них, не парадной, но очень важной работе для будущего человечества.

ТЕРНИИ И ЗВЕЗДЫ

Путь исследователя усыпан терниями. Согласно наблюдениям древних авторов на пути к звездам их особенно много. Часть отборных терний поставляет свой брат — ученый. Делает он это не от хорошей жизни.

Скажем, некто Биолог, увлеченный заботой о расширении нашего ареала, наносит визит коллеге — Конструктору. После взаимных комплиментов он выкладывает свою просьбу. Мол, так и так, пришло время шагнуть в необъятные дали космоса. Желательно подальше, за миллионы километров. Для путешествия нужна котомка, нужен такой космический корабль, чтобы длительное время обеспечивал жизнедеятельность и работоспособность человека в данных условиях.

Конструктор вполне согласен. Но, привыкший мыслить цифрами, он желал бы знать, во что это выльется.

Биолог начинает загибать пальцы — во-первых, во-вторых...

Люди — не ангелы. Есть-пить надо. Дышать надо. Плюс всякая там личная гигиена. Пища, вода, воздух. Одного кислорода для человека нужно 800 граммов в сутки. Прикиньте процент содержания его в воздухе. Да еще процент использования. Да два с половиной килограмма воды — голодная норма. Да полкило пищи, уже обезвоженной. То, се — короче говоря, для полета на Марс скромному экипажу потребуются что-то около двадцати тонн жизненно необходимых веществ.

Но это половина дела. Выясняются пренеприятнейшие вещи, о которых не принято задумываться в обществе. Этот Пантагрюэль не только потребляет. Он еще и выдает такое же количество вещества, увы, в несколько измененном виде. Что поделаешь — открытая система. Так вот, эти продукты жизнедеятельности нельзя выбрасывать за борт — это вам не Атлантика. Они могут повлиять на чью-то там неземную жизнь и изменить ее развитие.

Конструктор встает. Он одергивает кружевные манжеты своего камзола. Он возмущен. У себя в доме слышать такое... Его корабль, его детище, ослепительную мечту обращают бог знает во что. Бессонными ночами он платит за каждый грамм полезного веса, поднятого в космос, веса ценнейших, уникальных приборов. По словам Артура Кларка, в наше время даже золото невыгодно перевозить по космосу. Может быть, алмазы себя оправдали бы. Алмазы! А тут... извините.

Ракета не взлетит — она слишком тяжела. Святогор-богатырь хотел поднять суму переметную, да сам в землю ушел.

Биолог считает, что богатырь мог бы быть посильнее.

Конструктор полагает, что сумочку надо полегче.

Собеседники расстаются без комплиментов. Ночью им снятся кошмары.

А поутру снова уточняются расчеты. Мощность исчерпана. Запасы сжаты до предела. Желаемое и действительное не согласуются. Конструктор грозит кулаком недоступным звездам. Биолог обращает взор к возлюбленной природе. На Земле все проще. Всего на ней вдоволь — и воздуха, и воды (если ее не загрязнять так бессовестно), и пищи (если о ней по-разумному заботиться). Колоссальные запасы.

ОПЕРАЦИЯ «КОВЧЕГ»

Но запасы ли? Живое вещество земли как подвижно-равновесная система непрерывно обновляется. Планета нигде не останавливается для пополнения запасов, ничего не выбрасывает за борт: круговорот неисчерпаем, лишь бы поступала энергия. И лететь ее экипажу множество тысячелетий, если его члены оправдают свое гордое название — Разумные и не позволят разжечь себе на погибель ядерный или еще какой всепожирающий костер.

Так чего проще: «вырезать» космонавту положенную ему долю земного круговорота, накрыть защитной оболочкой, подвести лучистую энергию ближайшей звезды — и с богом, как говорится. Лети себе хоть год, хоть миллионы лет, вес один и тот же. Персональный рай. В центре — человек, вокруг которого все крутится. Словно вирус, включившийся в стабильную среду. А если присмотреться — рядовой член единой системы биологического круговорота веществ. Типичный гетеротроф, не умеющий ни потреблять непосредственно лучистую энергию, ни разрушать поданное ему на блюде готовое органическое вещество без остатка — до надлежащего минерального состояния. Это за него сделают собратья по круговороту — собратья цветущие, летающие и плавающие. Одна трех-четыремиллиардная часть всего живого, причитающаяся на душу космонавта.

Остается прикинуть вес-объем ковчега. В биосфере Земли есть зависимость между массой живого вещества и количеством кислорода — 1 : 15. Для человека массой в семьдесят килограммов нужна тонна кислорода. Около пяти тонн воздуха. А на всех этих тварей, чистых и нечистых? Плюс вода. Плюс земля. Земной шар неразрывно связан с биологическим круговоротом. «Вырезать» надо не только персональную долю круговорота, но и ломать планеты. Это бессмысленно.

Мир надо творить заново. Слишком много, миллионы видов участвуют в биологическом круговороте. Большинство из них дублируют в какой-то мере обязанности соседа и не дают ему развернуться.

Судьба атома в биологическом круговороте слишком случайна. Он может в составе древесного листа упасть на почву и с помощью микроорганизмов прямоком вернуться в растение. Но может проделать и такой путь: травоядное животное — кровососущее насекомое — пти-

ца — мелкий хищник — крупный хищник — тигровая шкура перед камином. И когда-то еще атом из состава этой шкуры вернется в круговорот...

Чем длиннее цепочка, по которой странствует атом, тем неприемлемее: сменяющие друг друга этапы синтеза и распада, словно горный поток, прыгающий по уступам, разбрызгивают первичную энергию Солнца, введенную в систему. И само вещество дробится на боковые ручейки, струйки, лужицы. Надо сокращать протяженность круговорота, направить бег вещества по одному, главному руслу и увеличить его скорость. Тогда громоздкое, неаккуратное «колесо жизни» превратится в гладенькое, быстро кружащееся колечко.

И это колечко должно вписаться в корабль.

Итак, новое сотворение мира по старым законам.

Конструктор согласен дать некоторую толику энергии в виде лучистого потока. Он жертвует каким-то объемом в корабле для размещения всего этого хозяйства. Не очень многим жертвует. Но поначалу всем кажется, что вполне достаточно. Тем более что Биолог готовит приятный сюрприз.

Начинается прием кандидатов на роли. Конечно, сперва идут организмы-автотрофы. Деревья отклоняются сразу: громоздки, долго растут, сбрасывают листву, много отходов. Яблок в раю не будет. Овощи намного выгоднее — быстрая смена поколений, много пищевой биомассы. А нет ли еще чего-нибудь поменьше и поактивнее?

И тут Биолог торжественно вытаскивает из кармана пробирку с зеленой жидкостью. Знаменитая хлорелла. Растет и делится как сумасшедшая. Никаких стволов, корней и прочей деловой и неделовой древесины — одноклеточная водоросль. Девять десятых всего кислорода на Земле вырабатывается подобными организмами. А питательность! А неприхотливость!.. Биолог долго еще может рассказывать, но всем уже ясно: идеальный автотроф найден.

Нужен достойный напарник — гетеротроф, так же умело расправляющийся с полученным веществом на участке распада. Его звать не надо — он уже лезет во все щели, только успевай сдерживать. Микроорганизмы-минерализаторы, санитары Земли. Круг замкнулся. Остается подвести баланс... Подождите! Человека забыли!

В систему вводится человеческий организм. Значит, еще одно гетеротрофное звено. Возрастает нагрузка на

автотрофов. Нужно увеличить приток энергии и количество вещества в системе. Рассчитали. Все хорошо: водоросль предоставляет пищу и кислород, человек и бактерии по-братски делятся полученным и возвращают, каждый в меру своих способностей, минеральные соли и углекислый газ. Вода очищается сама по себе: из нее по очереди извлекают то органические, то неорганические вещества.

Совместили звенья. Ничего не получается.

Капризничает хлорелла. Ей нужно... неизвестно, что ей нужно. Не работают бактерии. Вместо того чтобы разлагать вещество, они синтезируют новое. Мается человек — он не может ни есть, ни пить.

Срочно требуется маленький заводик по перегонке воды: фильтрация, дистилляция, ректификация, еще что-то...

Необходимы глубокие, многосторонние исследования хлореллы — что ей надо и на что она пригодна.

Появляется звено овощных культур, более подходящих для человека. У них — свои привычки и требования. Им тоже нужно минеральное вещество, но иного состава, чем для хлореллы.

А бактерии продолжают диверсию. Вместо создания минеральных солей изымают их из воды, грабят растения.

— Да бросьте вы микробов, — говорят бравые физико-химики, — вот мы сейчас все это дело через печь пропустим: раз-раз — зола и углекислый газ! Что еще надо? Или плазмотроном...

А растениям что-то еще надо. Они не хотят из печки или из плазмотрона. Они привыкли к микробам.

Человеку требуется мясо. Он настолько усовершенствовался в ходе эволюции, что отвык синтезировать некоторые аминокислоты. Мясо — значит, животные, еще звено гетеротрофов.

И всюду — энергорасходы, вес, объем. Тень Конструктора грозно нависает над рабочим столом Биолога.

— Животные будут совсем маленькие, — бормочет Биолог, — самые быстрорастущие, самые выгодные. Вот литературные источники рекомендуют: мыши, черви, саранча. Полноценный белок, знаете ли...

Тут Конструктор снова взрывается. За такие свои мучения он хочет, чтобы космонавт питался бифштексами. И потому согласен еще раз поступиться энергией и всем прочим, но чтобы это было мясо, всамделишное, а не его замена, хотя и полноценная.

Биолог вытирает пот облегчения. Он с ходу включает в систему козу, кроликов и кур — тоже довольно выгодные организмы. И опять хватается за голову: кости и перья! Рога и копыта! Куда их деть? Ведь это же вещество, оно должно срочно вернуться в круговорот. Где там высокотемпературная печка и низкотемпературная плазма?

Опять нужна энергия. Конструктор замученно улыбается. Пожалуйста, берите, сколько хотите. Но помнит ли уважаемый Биолог, что есть такой закон Природы, по которому всякий рабочий процесс сопровождается выделением тепла, — свободная энергия тает, а энтропия системы растет? Нагревается аппаратура, нагревается воздух, стенки корабля — дальше что? Ветерком обдует? Космос, извините, пустота. Трудно ввести энергию в корабль, но и вывести теплоту — тоже нелегко. Не допускает ли Биолог, что корабль может превратиться в банку с тушенкой? Конечно, если жизнь — антиэнтропийный островок, это печальное событие исключается: жизнь будет уменьшать энтропию; снижать тепловой хаос, переводить его в свободную энергию, охлаждать окружающие предметы. Но тогда зачем вы все время просите энергии?

Увы, и культура хлореллы, и высокоорганизованный космонавт в отношении энергии ведут себя так же, как банальная печка — они увеличивают суммарную энтропию системы. А в замкнутой экологической системе тем более. Потому что в ней мало элементов.

Еще недавно мы свысока глядели на земной биологический круговорот, такой избыточный, такой громоздкий и неаккуратный. Слои земной коры нам казались строчками протокола, обвиняющего в халатности исполнения, в непродуманности деталей этого исполинского предприятия: то миллиарды тонн кислорода, с таким трудом накопленного, ухнули на окисление горных пород, то земное изобилие похоронено в слоях каменного угля. А гигантские отложения известняка, созданного живыми организмами и вычеркнутого из жизни?

Но вот мы сами взялись строить систему. И с завистью читаем те же строки, свидетельствующие об огромном запасе прочности, о великолепных компенсаторных качествах земной системы, о труднопознаваемом единстве каждого организма с живой и неживой природой.

А нашу систему лихорадит. Мы лишены преимущества

планеты. С уменьшением объема прочность жизни катастрофически снижается. Все больше начинают выпирать огрехи, незаделанные концы.

Вот, скажем, в воздухе нарастает процент азота. Дознанием установлено: виноваты бактерии-минерализаторы, наконец-то, постарались и... перегнули палку. Не только превратили белок в минеральные соли, но и саму соль азотной кислоты расщепили до голого азота. Газ летит в воздух, где его и так предостаточно. Атмосферный азот недоступен для растений. Вещество выключилось из круговорота. А в звено микроорганизмов поступают новые порции азотистых соединений. А растения все больше голодают по азоту, купаясь в море азота. В природных условиях земли он связывается в доступную для растений форму с помощью микробов азотфиксаторов или при атмосферных разрядах электричества. Надо вводить культуру специальных бактерий — они тоже предъявляют свои требования. Или строить маленький искровой заводик или химкомбинат. Система пухнет.

Человек потребляет свою «голодную норму» воды. А выделяет на 300—400 граммов больше. Основная энергодающая реакция — на ней вся жизнь держится. Человека не переделаешь. Десять литров новой воды в месяц. Конечно, за время космического путешествия он не превратит все кругом в воду, есть обратная, расщепляющая воду реакция в звене растений. Но как свести концы с концами? На Земле это получается. Там самоорганизация и саморегуляция в планетном объеме. А здесь, в системе для корабля, — аптечные весы. Спешно конструируется электролизная установка. Злосчастные излишки расщепляются на водород и кислород. Конечно, с затратой энергии. Получается... гремучий газ. Только этого и не хватало на борту! И опять дополнительная цепь реакций, сопровождающих упрямые элементы к месту назначения. Система растет.

То, что на Земле делалось само, незаметно и непонятно для нас, ложится на наши плечи. Плохо, оказывается, без всех этих плавающих и ползающих отвергнутых участников круговорота. Организмы, вырванные из привычного им мира, хотя и не могут сочетаться в новый единый комплекс. Множество связей, до конца не разгаданных, оборваны, и эти обрывки беспомощно повисли в пустоте. Иногда они видны, чаще — нет. А ведь еще есть сила тяжести, и магнитные поля, и много чего другого, о чем

мы не задумываемся в обычной жизни. Плохо без земного шара.

Природа бунтует. Методы Прокруста здесь неприменимы. Остается кропотливо изучать поведение и требования организмов по отдельности и вместе, увязывать и согласовывать, шаг за шагом укреплять этот искусственный мир, это пульсирующее, пока еще неустойчивое кольцо вещества и энергии. Ставить подпорки, протезы, заменять живое аппаратурой для сглаживания русла, для возврата в общий поток выбившихся из него малых струек. Или компенсировать убыль запасами.

Вероятно, в будущем удастся создать систему, целиком состоящую из физико-химических устройств, способную обеспечивать человека всем необходимым. Может быть, она будет менее капризна. Но человек-то останется, со всеми особенностями, свойственными для жизни. Каково-то ему будет в этом эрзац-процессе? Или уж заодно и его превратить в киборга? Так надежнее...

Миллиарды лет земные организмы жили вместе. Они возникли в связи с Солнцем, планетой и друг с другом. Иногда достаточно считанного количества молекул, составляющих какой-нибудь очередной «икс-фактор», получаемый от соседа, и организм принимается за работу. Сколько их, этих «икс-факторов»? Даже поведение двух клеток, разъединенных непроницаемым стеклом, каким-то образом связано друг с другом.

Нужно сохранить привычки, ставшие необходимостью, увязать их с интересами каждого элемента и системы в целом, подчинить все это требованиям человека — рядового участника системы и человека же — исследователя, который летит в космос с определенной целью, а не для поддержания своей основной энергодающей реакции. И совместить систему с кораблем — с требованиями Конструктора.

Найти золотую середину.

Золотая середина — район, где произрастают тернии. С одной стороны, корабль не резиновый. С другой — грозные критические величины, ниже которых система распадается на задышающиеся, нежизнеспособные обломки. Но есть еще и третья сторона, когда системе или какому-то ее участку становится слишком хорошо и они деградируют, увлекаясь синтезом за счет внешней работы: Сцилла и Харибда всегда на месте. Пока мы больше оза-

бочены возможной гибелью системы от прекращения синтеза и привычно ищем оптимальные условия для прироста биомассы. Но работа идет, и уже возникают разговоры о том, что гимнастика нужна не только космонавту, о способах продления жизни нормально работающей замкнутой экосистемы.

Каждое ее звено, каждый организм должны испытывать «мягкий стресс», колебания условий, не позволяющие им слишком приближаться к левой границе, не менее опасной, чем правая.

Мы только слегка приоткрыли дверь в огромную мастерскую, где человек и природа рука об руку делают одно общее дело.

Святогор-богатырь не осилил тяги земные. Он был один.

Над созданием систем жизнеобеспечения работают крупные научные коллективы. Пока еще нет широко развитой, гармонично устойчивой замкнутой экологической системы.

Но ее предшественники с различной степенью замкнутости становятся все более надежными.

Человек получит возможность жить среди звезд. И вместе с ним шагнет к звездам земная природа.

ЗАБОТЫ ЗЕМНЫЕ

Трудно повторить земную природу. Уйти от ее закономерностей — невозможно. Постоянное осознание зависимости от них весьма дисциплинирует, вносит порядок во взаимоотношения общества с природой. Вместе с тем оно грозит обычной опасностью «сведения» высшего к низшему, к недооценке или полному отрицанию специфических законов развития общества.

...Как-то в Московском Доме ученых шла лекция по проблеме долголетия. Чинно журчал голос докладчика, оптимистично теснились доказательства в пользу грядущих счастливицков.

А потом реплика из зала: а зачем это нужно? На Земле и так уже тесно, половина людей недоедает, а тут лишние миллионы голодных ртов. Радоваться надо короткожительству, не мешайте природе — она мудрее нас!

Интеллигентный докладчик несколько растерялся — проблема народонаселения была вне сферы его научных

интересов. Да еще, пожалуй, потому, что эти слова изрекла женщина. Так сказать, носительница жизни...

На Земле действительно крупные нелады в этом вопросе. Но самое глупое, что можно сделать, — это ничего не делать. Не мешать природе. И тогда она быстро уладит конфликт методами, которые нам хорошо знакомы, — соотношение «хищник — жертва» и тому подобное. Потому что, если исключить (чем скорее всего и можно объяснить запальчивую реплику слушательницы, напуганной разговорами о «демографическом взрыве») черты, отличающие наш вид от прочих, останется обычная биологическая популяция, нарушившая норму численности. Вот на таком «сведении» высшего к низшему построено немало теорий, которые уж никак нельзя оправдать простым недомыслием: они целенаправленны, жестоки и облачены в наукообразную форму.

Одну из таких теорий, развиваемых и поныне, еще Карл Маркс назвал «людоедской». Ее сочинил в конце XVIII века английский священник Мальтус. По Мальтусу, количество людей на планете увеличивается в геометрической прогрессии, а материальные блага — в арифметической. Возникают якобы «ножницы» — расхождение этих величин, происходит все большее обнищание рода людского. Спасительный выход, рекомендованный духовным пастырем, — войны, голод, болезни, сокращение рождаемости для бедняков.

Лишь наши предки — то ли еще полузвери, то ли уже полулюди — питались тем, что могли взять у природы в готовом виде. Мы знаем: человек потому и человек, что средства к существованию он производит, используя для этого вещество и энергию природы. Чем большим количеством энергии он владеет, тем больше природного вещества он может переработать в материальные блага.

Со времен первобытного человека, имевшего в своем распоряжении 0,1 лошадиной силы собственных мускулов, и до XVIII века этот показатель человеческого благополучия не очень-то изменялся. Огонь, домашние животные, ветряные и водяные мельницы неспешно исполняли часть людской работы.

Но вот люди заставили работать на себя пар. Потом электричество. Положение стало иным: «души населения» прибавлялись медленнее, чем росло производство энергии. С тех пор и по сей день, даже в условиях пресловутого демографического взрыва, все большие и большие массы

средств производства приводятся в движение при все меньших и меньших затратах человеческого труда.

Человечеству в среднем живется лучше, а не хуже!

Увы, это в среднем.

Ни один показатель, в том числе и тот, что лежит в русле нашей «энергетической» темы, не соответствует реальному уровню благосостояния всех членов общества, основанного на частной собственности и эксплуатации ближних.

Особенно тяжело приходится трудящимся массам в странах, долгое время находившихся в колониальном рабстве. Доля этих стран в мировом производстве составляет пока не более одной десятой части, а потребление на душу населения в ряде случаев сопоставимо с первобытной нищетой. Около 400 миллионов человек в Азии, Африке, Латинской Америке живут на грани голодной смерти.

Не темпы роста населения повинны в том, что на планете еще свирепствуют голод, нищета, болезни; что при нехватке продовольствия его ради прибыли могут уничтожать, просто не производить, хотя могли бы уже сейчас производить столько, что хватило бы на гораздо большее население планеты, нежели живущее на ней. А производимые блага распределяются слишком неравномерно.

Жестокий парадокс нашего времени: с одной стороны, ни с чем не сравнимое в прошлом могущество земной цивилизации, а с другой — каждым двум из трех ее новых граждан уготована жизнь в изматывающей душу нужде. А в это время, извращая саму суть современной научно-технической революции, капитализм использует ее достижения на цели, ничего общего не имеющие с благом и счастьем людей, — на безудержную гонку вооружений. Миллиарды долларов, фантастически огромные материальные и духовные ресурсы расходуются иррационально: бессмысленны попытки преодолеть социальные противоречия какими бы то ни было средствами, кроме социальных же. Это лишь задерживает развитие общества.

Есть только один достойный человечества путь: изменение образа жизни на основе устранения коренных причин, порождающих социальное неравенство, и ускорения социального прогресса, рационального, по выражению Маркса, «регулирования своего обмена веществ с природой». Народы, уверенно идущие по этому пути к социа-

лизму и коммунизму, указывают главное направление социального прогресса современной эпохи.

Маркс назвал природу телом человека, подчеркивая их неразрывность, живое единство. Стало быть, человеку больше приличествует не истощать ресурсы своего «тела», а приумножать их для собственного же блага.

ОБМЕН ВЕЩЕСТВ С ПРИРОДОЙ

Окружающий нас мир — это бесконечно сложное взаимодействие предметов, явлений, процессов. Когда мы слишком увлекаемся, изолируем предметы или явления, желая понять их в отрыве друг от друга или, что бывает не так уж редко, пытаюсь выжать из них сиюминутную пользу без оглядки по сторонам, рано или поздно (лучше пораньше) приходится раскаиваться.

Эйнштейн сказал: «Черт позаботился о том, чтобы мы были наказаны за всякое удовольствие». Каждое наше действие сопровождается неизбежной тенью, меньшей или большей. Стоит чего-то недоучесть — и она вырастает до безобразия. Как в науке, так и в практической деятельности. Впрочем, можно ли эти две стороны нашей жизни отрывать ныне друг от друга?

Иногда причинно-следственные связи относительно просты. Например: реконструировали канал, связывающий Онтарио с Эри в обход Ниагарского водопада, — и прорвавшаяся в верхние озера минога истребила гольца, с которым давно сосуществовала в Онтарио. Но бывают дела посложнее. Уничтожение таежного гнуса — и разрыв в круговороте молибдена. Борьба за урожай — и ДДТ в печени императорских пингвинов за тысячи километров от места этой борьбы...

Неожиданно и жестоко природа мстит людям, пытающимся поделить ее на квадратики. Мир един, и все в нем взаимосвязано. Эта фраза, бывшая некогда достоянием лишь мыслителей, стала теперь руководством к повседневным действиям.

Масштабы наших работ принимают глобальный характер. Теневые стороны тоже. Буквально у нас на глазах конфликт между природой и промышленностью разросся до всепланетного и потребовал срочных и решительных мер, поскольку дело касается одной из оболочек земного

шара. «Биосфера в опасности!» — сообщают многочисленные заголовки.

Пожалуй, это не совсем точно. Биосфера достаточно устойчива. Но как и все другие системы, пребывает в непрерывном развитии. Под воздействием нашего вмешательства, если его не контролировать, развитие может принять нежелательное направление — привести к изменению видового состава биогеоценозов, водного режима, почв, климата — мало ли что может «выдать» эта система, бесконечно стремящаяся к наиболее устойчивому состоянию.

Вот и приходится все тщательно взвешивать, прогнозировать последствия наших намерений для планеты в целом. Только один пример. Еще нет термоядерной энергетики, не обуздана в достаточной степени страшная сила звездных реакций, а уже говорят о размещении энергостанций будущего непременно за пределами земного шара: опасаются — слишком много тепла на Земле.

Казалось бы, чем плохо, если чуточку потеплеет, всего каких-либо полвека назад мы, пожалуй, этому радовались бы. А сегодня ученые тревожатся: под угрозой полярные льды. Некоторые подсчеты показывают, что без всяких термоядерных станций количество теплоты на Земле будто бы на грани допустимого. Стоит, повысить содержание углекислоты в атмосфере, и возникнет так называемый парниковый эффект. А если полярные льды начнут таять, им не остановиться. Уменьшится отражательная способность — альbedo — планеты. Все большее количество солнечной энергии будет поглощаться Землей и все больше она будет нагреваться. На десятки метров может подняться уровень Мирового океана.

Не все в этих предположениях бесспорно. Но этот пример, как и многие другие, показывает величины, с которыми нам приходится иметь дело, и говорит о растущем осознании глобальной коллективной ответственности. Человек, в отличие от других сил природы обладающий разумом, обязан принимать меры к снижению «биосоциальной платы» за прогресс, теневых результатов своей деятельности.

На одном из ученых симпозиумов был представлен доклад «О социальной ответственности инженерно-технических работников». В нем предлагался проект клятвы инженера, наподобие гиппократовой клятвы, которую приносили врачи, вступая на свое благородное поприще.

«Клянусь во всей своей деятельности стремиться свести до минимума связанные с применением техники опасности, шумы, нервное напряжение, вмешательство в личную жизнь граждан, загрязнение атмосферы, земли и воды, уничтожение естественных ресурсов, красот природы, животного и растительного мира...»

Но почему только инженеры и техники?

Совсем не вредно, если выпускник школы, получая аттестат зрелости, давал бы клятву взрослого — клятву вступающего в жизнь. Клятву человека.

Но было бы ошибкой думать, что главная забота наша — всячески сохранять «великое равновесие» в природе, неизменное положение, которого на самом деле нет. Словно река древнего мыслителя Гераклита, в которую нельзя ступить дважды, биосфера меняется от поколения к поколению сама по себе и при нашем активнейшем участии. Задача людей как раз в другом — улучшать среду обитания для себя и своих потомков.

Замкнутые экологические системы разрабатываются для дальних космических полетов и, возможно, для пространственных — в космосе — и инопланетных баз. Но нынешние земные хлопоты наши по увеличению производства пищи, ликвидации разного рода отходов, оздоровлению условий обитания разве не могут быть разрешены тем же способом? И видится уже нам тропинка от космических систем жизнеобеспечения к небольшим пока, даже крошечным городкам, где некий коллектив биотехнологов, словно космический экипаж, попробует жить на таком или подобном «самообеспечении».

Как назовут такую ферму-завод-поселение: биоэрготрон, или витагеотрон, или еще как — не в том дело. Главное, что они станут прообразом организованной биосферы, в которой всем хорошо: и людям, и их биотехническим устройствам, и самой природе с ее наиважнейшим сокровищем — генофондом.

Когда-то известный философ и ученый Иммануил Кант решительно отрицал возможность постижения человеком естественного закона «сотворения» жизни. Он очень ошибался: наука уже постигла многое, и об этом в книге тоже шла речь. Постигнет еще больше. Не останется неизученным и производство сложных цепных молекул крахмала или сахара в зеленом листе растения. Установлено, что его биохимические фабрики расходуют на свои нужды какие-то жалкие доли процента солнечной

энергии. Познав механизм фотосинтеза, ученые научатся им управлять. Три, пять, а может быть, десять процентов того энергетического богатства, которое сейчас излучается планетой в виде энтропии, пойдет на дополнительный рост биомассы. Говорят, что 19 процентов суши занимают пастбища, 30 процентов — леса, 10 процентов — пашины. Вместе они дают ежегодно почти 30 миллиардов тонн органического вещества. Как возросло бы производство пищи, если бы удалось в несколько раз интенсифицировать фотосинтез! Впрочем, вполне возможно, что вслед за этим возникнет какая-нибудь проблема, которую предугадать сейчас невозможно. К примеру, как отзовется планета-организм на нашу попытку сплошь закрасить ее в густо-зеленый цвет?

Куда ни посмотри, всюду человечеству предстоит огромная работа. Одно лишь понимание этой перспективы соответствующим образом действует на нашу идеологию, политику, психологию. Ныне уже невыгодно противопоставлять себя, то есть общество, природе. Выгодно сотрудничать с ней. «Истинный прогресс возможен только в единстве природы, общества и науки, — говорил известный советский эколог академик С. С. Шварц. — Человеку не стоит брать функции биосферы на себя, ему надо пытаться облегчить ей работу. Отношения людей с природой должны быть основаны на доверии».

Такое отношение общества к природе стало в нашей стране сутью государственной политики с первых лет Советской власти, нашло отражение в практической деятельности и законодательных актах последнего времени, разработанных в осуществление принципов социалистического природопользования, сформулированных на XXV съезде КПСС.

Как далеки эти принципы от хищнического отношения к природе, свойственного капитализму с его «индивидуальной погоней за максимальной прибылью».

«...Пока вся совокупность обмена веществ с природой не регулируется коллективным человеком, т. е. ассоциированными производителями, — пишет в своей «Философии оптимизма» советский науковед Б. Г. Кузнецов, опираясь на труды К. Маркса, — пока сами цели отдельных производственных актов не объединены и вытекают из стихийных и слепых общественных законов, труд в целом, производство в целом, обмен веществ с природой в целом не становятся целесообразной деятельностью, они

подчинены стихийным силам, они господствуют над человеком, а не подчиняются ему».

Мы изменяем природу, природа изменяет нас — так и должно быть в системе, способной к развитию. Само взаимодействие природы и общества заставляет нас уже сейчас многие задачи решать коллективным путем. А надежды на будущее народы мира связывают с коммунистической цивилизацией — так убедителен пример социализма, за необычайно короткий срок сумевшего убедить человечество в главном — в своей исторической обусловленности и перспективности, в способности справляться с проблемами, оказавшимися для капитализма тупиковыми.

Еще в труднейшие дни Великой Отечественной войны академик В. И. Вернадский писал: «Впервые в истории человечества интересы народных масс — всех и каждого — и свободной мысли личности определяют жизнь человечества, являются мерилom его представлений о справедливости. Человечество, взятое в целом, становится мощной геологической силой. И перед ним, перед его мыслью и трудом, становится вопрос о перестройке биосферы в интересах свободно мыслящего человечества как единого целого...

Сейчас мы переживаем новое геологическое эволюционное изменение биосферы. Мы входим в ноосферу. Мы вступаем в нее — в новый стихийный геологический процесс — в грозное время... Но важен для нас факт, что идеалы нашей демократии идут в унисон со стихийным геологическим процессом, с законами природы, отвечают ноосфере.

Можно смотреть поэтому на наше будущее уверенно. Оно в наших руках. Мы его не выпустим».

ПЛАНЕТА С НЕПЛОХОЙ РЕПУТАЦИЕЙ

Наше повествование подходит к концу.

Вспомните, откуда мы начали путешествие по ступеням сложности вещества. Звездный котел, в котором два состояния энергии, словно два молотобойца, выковывали ядра будущих элементов. С тех пор движущаяся материя много раз меняла свое лицо. Возникла лестница сложностей, возможная благодаря отсутствию «абсолютных граней» в природе.

Собственные, главные законы каждого этапа сложно-

сти оставались вне нашего рассмотрения. Мы не пытались объять необъятное, мы прислушивались к звону молотов, строящих эту лестницу. И поэтому любой специалист вправе обидеться за свою область знания: автор-де привлек лишь интересующие его факты и уклонился от описания интереснейших и глубоких механизмов, а также многочисленных (противоречивых, как правило) гипотез, теорий, мнений...

Единственное оправдание автора: уж очень хотелось показать мир не застывшим собранием редкостей, а в едином движении, в порыве, в развитии. Всего никогда не расскажешь: каждый объект неисчерпаем в своей сути, а движение — наиболее приятная и общая черта нашего мира. В прошлом, настоящем и, конечно, в будущем.

Будущее в деталях, в частности, особенно отдаленное будущее, разглядеть трудно. Попросту невозможно. Мы можем только экстраполировать — продолжать туда видимые сегодня закономерности. А это не очень надежный метод. Так, например, можно экстраполировать темпы демографического взрыва: получится, что в такой-то день такого-то года количество людей превысит объем Вселенной. Вселенная, по-видимому, должна лопнуть на страх обывателю. Но это всего лишь мало полезная математическая забава. Мы рассуждали о левой и правой границах жизни достаточно долго для того, чтобы понять: прогрессирующая, усложняющаяся живая система при изобилии внешней работы не слишком-то приращивает свою биомассу. Ведь пресловутый взрыв численности людей вызван отнюдь не тем, что среднестатистическая земная женщина вдруг стала больше рожать. Пожалуй, даже наоборот, по социальным причинам. Но по тем же причинам рожденные стали меньше умирать. Живущие стали дольше жить. Какая-то часть популяции проявила эти качества скачком — появился всплеск. А популяция движется вперед, человечество ставит перед собой грандиозные цели, и некоторые страны уже озабочены низкой рождаемостью, принимают социальные меры для повышения темпов прироста населения.

Так что экстраполирование — рискованный прием. Но другого не дано.

Удержаться же трудно: очень уж хочется заглянуть в будущее.

...Способность управлять энергетическими превращениями во внешней среде — согласно нашему «служебно-

му» определению человечества — есть одно из главных имен этой системы. С помощью энергии мы повышаем упорядоченность, организацию отдельных участков среды. Разумеется, параллельно с этим и еще в большей степени возрастает суммарная энтропия. Все по закону. Поэтому же самому, что действует и без участия разума. То есть мы просто группируем и подталкиваем нужные нам природные процессы, целенаправленно заставляем их развиваться быстрее и глубже. Ничего противоестественного нам не дано. Только вещество и энергия, остальное мы придумываем «от лукавого». Природа не выносит чудес.

Итак, система под названием «человечество» обменивается с внешней средой веществом и энергией. Следовательно, это открытая система.

Интенсивность этого обмена, расход энергии на душу населения, то есть на единицу биомассы данной системы, неуклонно растут. Сейчас 97 процентов промышленной энергии добывается из ископаемого топлива. Но запасы его — даже при сегодняшних темпах потребления — могут истощиться довольно быстро. Да и не столь уж выгодно сжигать в топках электростанций сырье для химической промышленности. Поэтому в полную силу работают гидроэлектростанции, непрерывно строятся новые. Набирает мощь атомная энергетика: за двадцать лет со дня пуска первой в мире Обнинской АЭС их стало на планете больше сотни. Начинает понемножку использоваться энергия приливов, энергия Солнца, геотермическая энергия. Идет полным ходом разработка управляемых термоядерных реакций.

Ученые выделяют три этапа технологического развития цивилизации по уровню ежесекундного потребления энергии:

4×10^{19} эрг. Порядок, близкий к современному;

4×10^{33} эрг. Энергия звездного уровня;

4×10^{44} эрг. Энергия масштаба Галактики.

Что обозначает этот непрерывно ускоряющийся взлет энергорасходов? Взгляните еще раз на рис. 1. Мы достаточно много говорили о том, что развитие более высокого этапа нельзя уложить в прокрустово ложе низших закономерностей. Однако эти закономерности сохраняются в виде скрытых, «побочных», не главных, но свидетельствующих о единстве мира.

Так вот, рассматриваемый объект стремительно уда-

ляется от равновесного состояния. Этот взлет, согласно нашему примитивному графику, соответствует начальному, самому трудному периоду становления системы. Иными словами, в термодинамическом смысле человечество как единое целое еще только формируется, только вступает на свой грандиозный путь развития. Оно только-только начинает набирать биомассу на фоне взлета энтропийной кривой. Немудрено, что ему так трудно: в этом периоде надо «найти себя», организовать в единое целое, соотнести свои действия со средой.

А взлет все круче. Не скоро еще человечество достигнет вершины удельного энергообмена. Но это, по-видимому, когда-то случится. Ведь энергию можно использовать по-разному. «Во младости» нерасчетливо, по поговорке «сила есть — ума не надо». «С возрастом» все экономнее, осмотрительнее.

И только потом начнется, если следовать графику, поистине бесконечное стационарное состояние данной системы. Продолжительность его в руках самой разумной системы. Будем надеяться, что и через многие миллионы лет она не будет спешить вниз по тропинке.

Эсхатологи — специалисты по «кончине мира» — изощряются в вариантах грядущей гибели человечества. Тут и космические катастрофы, и атомная война, и пресыщение информацией, и биологическое вырождение.

«Отец кибернетики» Норберт Винер эсхатологом не был, но и он не избежал искушения пессимизмом, убоявшись неизбежной якобы гибели от нарастающей энтропии: «Мы в самом прямом смысле являемся терпящими кораблекрушение пассажирами на обреченной планете. Все же даже во время кораблекрушения человеческая порядочность и человеческие ценности не обязательно исчезают, и мы должны создать их как можно больше. Мы пойдем ко дну, однако и в минуту гибели мы должны сохранять чувство собственного достоинства».

В этой книге очерчен иной портрет нарастающей энтропии: не вселенского пугала, а принципа, породившего жизнь, все более прочную иерархию динамически устойчивых систем. Не будь его — не было бы и тех, кто придумывает ужасы.

Завтра возникнет еще один уровень иерархии: контакт земной биосферы с другими, может быть, порожденными ею, а может быть, и совсем неизвестными. Так или иначе, этот контакт должен и будет осуществляться под

контролем разума, не запуганного предстоящей гибелью. И тогда земное человечество окажется частью разумной системы более высокого уровня, что обеспечит ему новый «запас прочности».

Мироощущению человека как биосоциального вида, своей жизнью творящего «новую биогенную силу» (В. И. Вернадский), чужда идея космической обреченности. Невозможно жить и бороться за светлое будущее, уныло внушая себе, что все катится в тартарары...

Познавая бесстрастные законы природы, человек обретает необходимую свободу действий во взаимоотношениях с ней. Свободу, конечно, не абсолютную, относительную: во взаимоотношениях человека с природой всегда был и будет элемент драматизма.

«Я полагаю,— пишет соотечественник Винера астроном Харлоу Шепли,— что ум и сердце человека будут успешно противостоять угрожающим человечеству опасностям по мере их возникновения. Наше пребывание на довольно устойчивой планете в общем-то весьма приятно, но его можно сделать по-настоящему счастливым... Мы знаем, что законы звезд неумолимы, течение времени необратимо, смерть непостижима и ее нельзя избежать. Но тем не менее, если мы сплотимся, свет победит тьму».

Нет, мы не пассажиры на тонущем судне. Мы — экипаж, и наш корабль только еще поднимает свои паруса, наполняя их бесконечным ветром Вселенной. Единство экипажа, слаженность его действий, знания и оптимизм, осмотрительность и смелость — залог долгого, трудного и счастливого плавания, называемого Жизнью, под флагом, на котором будет написано:

«ВСЕ ВО ИМЯ ЧЕЛОВЕКА, ДЛЯ БЛАГА ЧЕЛОВЕКА».

Содержание

«Теплота и стужа...»
5

Повесть о человеке,
который занимался не своим делом
21

«Проклятие Вселенной» или плата за работу?
43

Эти разные, разные лица
60

Наука о невероятном
82

Части целого
107

Жизнь человеческая
139

Место под Солнцем
170

ВАЛЕНТИН ФИЛИППОВИЧ ВАРЛАМОВ

РОЖДЕННЫЕ ЗВЕЗДАМИ

Зав. редакцией научно-художественной

литературы *М. Новиков*

Редактор *Н. Яснопольский*

Мл. редактор *В. Саморига*

Художник *И. Огурцов*

Худож. редактор *В. Конюхов*

Техн. редактор *Т. Самсонова*

Корректор *С. Ткаченко*

А 08742. Индекс заказа 77726. Сдано в набор 3/II 1977 г. Подписано к печати 22/VI 1977 г. Формат бумаги 84×108¹/₃₂. Бумага типографская № 3. Бум. л. 3,0. Печ. л. 6,0. Усл. печ. л. 10,08. Уч.-изд. л. 10,28. Тираж 100.000 экз. Издательство «Знание». 101835, Москва, Центр, проезд Серова, д. 4. Заказ 7—486.

Главное предприятие республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, Киев, ул. Довженко, 3,
Цена 30 коп.