

Ирина Львовна Радунская

Великие ошибки



Аннотация

Первая часть трилогии "Предчувствия и свершения". Заблуждения великих учёных – вот сюжет этой книги. Некоторые ошибочные теории просуществовали века. Они стимулировали мысль, заставляя искать выход из тупика. Весь прогресс человечества состоит из преодоления трудностей и заблуждений.

ВВЕДЕНИЕ

На рождественский конкурс, ежегодно устраиваемый Кембриджским студенческим математическим обществом, пришёл юноша Поль. Ему досталась простенькая задачка. Она была не о бассейнах, в которые вода наливается, а потом почему-то выливается; не о поездах, выходящих из пункта А и никогда не попадающих в пункт Б. Фантазия кембриджских педагогов изобрела для английских студентов задачку о трёх рыбаках, которые удили на острове в тёмную-тёмную ночь и улеглись спать, не поделив улова.

Под утро один из них проснулся и уехал домой, взяв с собой треть добычи. При дележе у него осталась одна рыбина, и он, не имея весов и боясь обидеть товарищей, выбросил эту рыбину в воду.

Потом проснулся второй рыбак и, не зная, что один из компаньонов уже на пути домой, снова поделил улов на три части. Он тоже делил честно, и у него осталась лишняя рыбина, и он выбросил её в воду. Захватив свою долю, он уехал. А потом проснулся третий рыбак и проделал ту же операцию — ему также пришла в голову мысль выбросить лишнюю рыбу. В задачке спрашивалось: сколько рыб выловили рыбаки?

Юноша Поль склонился над бумагой, взъерошил чуб. Уголки губ кривились каверзной усмешкой. И вот, глубоко вздохнув и поёрзав на стуле, он встал и положил перед жюри свою работу. Она пошла по рукам, и каждый из членов жюри мог подивиться ответу: рыбаки выловили минус три рыбины.

Мальчик начался сказок, решили члены жюри, уж не вообразил ли он себя Алисой в Зазеркалье? — и лишили юного Поля приза.

Но это не возымело на него никакого воспитательного действия.

В 1928 году Поль Дирак, уже известный физик-теоретик, вновь склонился над листком бумаги (может быть, опять взъерошил чуб — было ему всего 26 лет)

и вывел математическое уравнение, в котором предлагал современникам не какие-то

мелочи вроде отрицательных рыб, но... отрицательные миры! Миры наоборот. Миры, сотканные, в отличие от нашего, не из вещества, а из антивещества!

Если соблюдать точность, следует оговориться: в уравнении Дирака не поместился целый антимир. Там обнаружилась лишь его малюсенькая частичка — так сказать, первый лазутчик. Это был всего лишь электрон. Но не тот всем уже известный электрон — сгусток отрицательного электричества. Это был положительный электрон! О таком ещё никто не слыхивал. По представлениям того времени положительный электрон всё равно что отрицательная рыба — нонсенс! Это было неслыханно и даже... даже невежественно. Тогда ещё никто не предполагал, что открытие прославит Дирака, что он станет нобелевским лауреатом и ему достанется кафедра физики в Кембридже, которую некогда возглавлял сам Ньютон.

Пока все просто пожимали плечами, а незаконный электрон называли позитроном, и он спокойно дожидался признания. Времени, когда его найдут. И его действительно обнаружили! Это случилось в 1932 году. Позитрон оказался не миражом, не бредом, он существовал наяву.

Теперь уже не казалась столь невероятной мысль, что все частицы в природе существуют парами. Но если позитрон — пара электрона, значит, должны быть в мире и пары для других частиц. Если существуют атомы водорода, должны существовать и атомы антиводорода! Уравнения утверждали, что в природе наравне с веществом должно равноправно существовать и антивещество.

Начался невиданный ажиотаж. Многие физики побросали текущие дела и пустились на ловлю позитрона и других античастиц.

Ловля продолжается по сей день. Но десяток-другой античастиц — это ещё не антимир. Да есть ли вообще мир-оборотень, мир, вывернутый наизнанку, своеобразный потусторонний мир? Существует ли он на самом деле?

Озарения и заблуждения, как они уживаются между собой? Что за мосты связывают отрицательных рыб с античастицами? Где граница между вымыслом и реальностью? Как безмолвные размахи люстры или падение яблока дают толчок мысли, способной потрясти мир?

«Невозможно избавиться от ощущения, что математические формулы умнее нас и умнее даже их создателей, ибо мы извлекаем из этих формул много больше того, что было в них заложено сначала» — эти наивные, восхитительно беспомощные слова принадлежат Генриху Герцу, одному из величайших физиков позапрошлого века, виртуозному экспериментатору и превосходному теоретику. И сказаны они по поводу четырёх уравнений, рождённых под пером английского учёного прошлого века Максвелла.

Сходно значение открытий Дирака и Максвелла: первый познакомил людей с миром антивещества, второй — с миром электромагнитных волн.

Сходна и судьба уравнений, разделённых полувеком. Непонимание, почти бойкот со стороны современников. Недоумение самих виновников рождения «джиннов».

Это подобие отражает логику развития человеческих знаний. К какой области науки мы ни обратимся, окажется, что её развитие идёт похожими путями. От всё более возрастающего количества несвязанных фактов к первой попытке осознать их и далее к всё углубляющемуся единству теоретических построений.

Такой путь проделало и учение об электромагнитных явлениях. Уже в древности были известны свойства магнита указывать на север и способность натёртого суконкой янтаря притягивать пушинки.

Максвелл получил от своих предшественников весьма совершенные формулы, описывающие свойства электрических токов, электрических зарядов и магнитных стрелок. Но это были не связанные между собой формулы, отражающие закономерности явлений, зависимость между которыми никто не мог уловить.

Строй мыслей Максвелла не позволил ему в явлениях природы.

Уравнения Максвелла и есть результат объединения известных ранее независимых

законов. Для такого объединения ему пришлось сделать, по существу, лишь один скачок. Но это был огромный скачок в неизвестность. Результат величайшего интеллектуального напряжения.

Максвелл предположил, что электрический ток распространяется не только по проводникам, но и сквозь изолятор. Конечно, это не обычный ток, не простой поток электронов в металле, а особый ток. Максвелл назвал его током смещения, связав сначала с небольшими смещениями зарядов в диэлектрике. Но логика потребовала, чтобы непрерывный ток существовал и в пустоте. Так родилась догадка о существовании в природе электромагнитных волн...

Любая новая теория должна чётко объяснять известные факты. Теория Максвелла удовлетворяла этому требованию. Но это ещё не оправдывает возникновения новой теории. Ведь известные факты обычно объясняются и старыми теориями. Хорошая новая теория должна предсказывать явления, неизвестные ранее.

Теория Максвелла сделала это. Она предсказала существование электромагнитных волн.

Но на этой стадии возникает вопрос, с которым мы уже встречались. Правильна ли теория?

То, что она не противоречит прежнему опыту, теперь не в счёт. Верны ли её предсказания — вот единственный существенный вопрос.

Теории Максвелла пришлось ждать двенадцать лет, пока Герц своими опытами не узаконил её существование.

Если примеры Дирака и Максвелла не убеждают в закономерности ситуации, о которой хорошо сказал современный американский физик профессор Дайсон: «Великое открытие, когда оно только появляется, почти наверняка возникает в запутанной, неполной и бессвязной форме. Самому открывателю оно понятно только наполовину. Для всех остальных оно — полная тайна», — отойдём подальше ещё на два столетия.

Кто не знает истории двадцатичетырёхлетнего бакалавра, укрывшегося в деревенской глуши от чумы, свирепствовавшей в английских городах. Кто не знает истории о яблоке, упавшем в саду его матери. Каждый вправе сомневаться, ибо вымысел зачастую неотделим от правды. А правда состоит в том, что Ньютон в 1666 году в письме к астроному Галлею сообщил о найденном им законе, управляющем падением тел и движением планет.

Однако, применив свою формулу к движению Луны, Ньютон вынужден был признать поражение: астрономы фиксировали местонахождение Луны вовсе не там, где следовало ей быть по формуле Ньютона. Он не захотел опубликовать свой результат.

Прошло шестнадцать лет. Ньютон узнал, что значение радиуса Земли, которым он пользовался при расчётах, было неверным. Повторив вычисления с более точным значением этого радиуса, Ньютон получил прекрасное совпадение своей формулы и измерений астрономов. Дальше история больше похожа на вымысел. Здесь и пари, и соперничество, и сложные переговоры. Прошло ещё четыре года, и лишь тогда, многократно убедившись, что ошибки нет, Ньютон публикует своё великое открытие — постижение тайны всемирного тяготения.

Так, в зависимости от склада характера, от темперамента каждый учёный по-своему решает вопрос о том, сколь достоверен его результат.

Но если всё же допущена ошибка, если учёный заблуждается? Всегда ли заблуждение трагично?

И существуют ли заблуждения, приводящие к полезным результатам, положительно влияющие на научный прогресс? И стоят ли ошибки внимания?

КАПРИЗЫ

Я хочу научить вас тому, чего не знаю сам.

Легенда о могуществе молчания

Изберём же для изучения истории мысли путь заблуждений. Уточним маршрут — даже в лесу ошибок полезно выбирать тропинку, по которой следует пойти. Ведь заблуждения бывают разными. Одни объясняются уровнем знаний в то время, когда они появились. Другие — характером учёного, его пристрастиями, отношением к делу, мировоззрением. Идеалист ли он или материалист, достаточно ли тщательно проверяет эксперименты и расчёты? Или торопится, не проверив себя, оповестить мир о находке... Смелые и робкие, решительные и медлительные, в чём-то бесспорно мудрые, а в чём-то горячие и легкомысленные, учёные разных масштабов совершали и ошибки различных масштабов. Даже очень умные люди делали странные ошибки, и у великих людей случались мелкие заблуждения, недостойные их, такие, о которых потомки с удовольствием забывали. Подобные заблуждения не играли особой роли ни в своё время, ни в последующее. Иные из ошибок оказывали на ход истории решающее влияние — тормозили мысль целых поколений или подгоняли её, запугивали или дразнили своей непреодолимостью, загадочностью, парадоксальностью. Одни заблуждения носят характер курьёза, они вызывают улыбку. Другие удивляют своей непоследовательностью. Об одних можно сказать — мужественная ошибка, о других — красивая... До сих пор многие не объяснены, хотя о них спорят, словно случились они сегодня и на свете нет более неотложных дел...

Я предлагаю вспомнить прежде всего о заблуждении, которому нет в истории пары, заблуждении уникальном, которое исповедовал — да, не допустил, не совершил, а именно исповедовал — титан мысли.

... Это произошло две тысячи пятьсот лет тому назад. На берегу тёплого Тарентского залива стоял маленький тихий дом. Жители греческого городка Кротона считали этот уединённый дом странным и таинственным. Возможно, они не задумывались, над тем, почему он кажется им таким необычным, но всё же старались возле него не задерживаться.

Зато у крыльца этого дома с облегчением снимали котомки странники. Были это в основном молодые люди,

и шли они издалека — одежда в пыли, сандалии стоптаны, лица утомлены. Юноши подходили к дому утром, когда вода в заливе ещё спала; и в полдень, когда множество рыбацких лодок взбаламучивали тихую гладь залива; и поздним вечером, в прохладный сумеречный час. Иногда они сразу же исчезали за скрипучей дверью, иногда подолгу переминались с ноги на ногу, не решаясь войти, и тревожно оглядывались...

Но никто из жителей городка не помнил случая, чтобы кто-нибудь из чужеземцев обратился бы к старожилам с расспросами. И никто не помнил случая, чтобы юноши беседовали между собой...

И это тоже было странно и придавало дому ещё большую таинственность.

В этом доме жил Пифагор. Учёный, мудрец, чудак. Здесь он создал школу, которая превратилась в философско —

политический тайный союз. Греки считали за честь учиться у Пифагора математике. Впрочем, люди учатся у него математике до сих пор. С его именем знаком каждый школьник.

В те времена, когда Пифагор преподавал своим ученикам, он требовал от них выполнения тяжкого условия — брал в свою школу только тех, кто смог до поступления соблюдать молчание в течение пяти лет!

И несмотря на необычный и жестокий искус, многие стремились попасть в эту школу.

Вот почему возле дома мудреца в любое время года можно было встретить чужеземных юношей. Вот почему никто из жителей городка не слышал их голосов...

Вы, конечно, хотите знать, почему Пифагор был так придирчив? Чем объяснялось неслыханное требование? И сегодня не просто попасть в университет — экзамены, собеседования... Но никогда — ни до Пифагора, ни после него, — никогда математикам не

ставилось столь строгое условие.

Почему же так поступал древнегреческий учитель математики?

Пифагор верил: чтобы познать суть, меру и связь явлений, надо погасить в себе суетность. Надо пробудить интуицию — волшебное и необъяснимое свойство, которое помимо воли человека помогает ему проникнуть мысленным взором в загадочный механизм, управляющий жизнью Вселенной.

Пифагор был убеждён, что только в состоянии напряжённой сосредоточенности можно надеяться понять тайну сущего...

Теперь-то мы знаем, что множество математиков добилось величайших успехов, не запираясь от людей...

И все-таки, все-таки...

Вы бывали в радиостудии? Там специальные, звуконепроницаемые стены. Туда не может попасть ни один посторонний звук. Ни один шорох извне не должен нарушить чистоту голоса певца или оркестра.

Пифагор, возможно, преувеличивал хрупкость мысли, рождающейся в нашем мозгу. Возможно, он ошибался, так благоговейно стараясь оградить её от грохота внешнего мира. Но это благоговение прекрасно. Так серьёзно, так бережно не относился к человеческому разуму никто, кроме Пифагора.

Возможно, Пифагор был слишком жесток к юным своим ученикам; теперь уж никто не становится математиком такой дорогой ценой. Может быть, в своей крайней преданности науке он перегибал палку, на годы лишая молодых людей обычных радостей жизни. Но то, что дали человечеству Пифагор и его ученики, бессмертно. То, что узнали они о мире, служит нам по сей день. Своим подвигом пифагорейцы прославились на все времена.

И действительно, разве не подвиг их поединок с невежеством?

Не располагая надёжными опытными данными, не опираясь ни на какие достоверные теории — это были младенческие времена человечества, — они пытались лишь силою интуиции построить то, что сегодня можно назвать математической моделью Вселенной. Пифагор обожествлял числа. Он учил: числа управляют миром. Всомогущество чисел проявляется в том, что всё в мире подчиняется числовым отношениям. Пифагорейцы искали в этих отношениях и закономерности реального мира, и пути к мистическим тайнам и откровениям. Числам, учили они, свойственно всё — совершенство и несовершенство, конечность и бесконечность.

Высшее совершенство Пифагор видел в гармонии.

В гармонии чисел и фигур. Он первым ставил физические опыты, стремясь обнаружить законы гармонии, — так он узнал, что тоны, издаваемые струнами, зависят от их длины. Наиболее благозвучные соотношения тонов — октава, квинта и кварта — соответствуют отношениям длин струн $2/1$, $3/2$ и $4/3$. Гармонические интервалы связаны с отношениями чисел! Это так поразило Пифагора и его последователей, что стало истоком их мистических учений. А когда Пифагор открыл несоизмеримость диагонали квадрата с его стороной, он счёл это началом хаоса и приказал ученикам хранить тайну.

Идеалистический характер философии пифагорейцев не заслонила огромного вклада школы Пифагора в развитие математики и её применения к исследованию земных и небесных явлений. Величайший астроном всех времён Коперник ссылается в своих трудах на пифагорейцев,

а церковь именвала систему Коперника «ложным пифагорейским учением».

Режим тайного союза был причиной того, что до нас не дошло ни одного оригинала трудов Пифагора. Все сведения о его учении получены из позднейших источников и иногда противоречивы. Но нам известно, что вера в силу гармонии природы подвигала пифагорейцев очень близко к истине. Так, избрав основным критерием для построения картины мира принцип гармонии, они пришли к мысли, что Земля должна быть шарообразной. Исходя из уверенности, что всё в природе совершенно, они и Земле мысленно придали наиболее совершенную геометрическую форму. Заметьте: это было в то время,

когда все считали Землю плоской и это мнение казалось незыблемо покоящимся на личном опыте каждого.

Сегодня трудно отделить истинные взгляды пифагорейцев от всего наносного, во многом мистического, чем время окутало их учение. Историки свидетельствуют о том, что пифагорейцы обрели у современников большой авторитет. Им удалось захватить власть в Кротоне и ряде других городов, даже влиять на политику и общественные отношения остальной Греции. У них появились враги, завистники. На школу Пифагора много раз совершались нападения, и во время одного из них Пифагор погиб.

Впрочем, существует и другая версия: он бежал из города и укрылся в храме Муз. Там учёный хотел переждать дурные времена, но, когда узнал, что друзья и ученики перебиты, обрёл себя на мучительную голодную смерть. Заботу о школе взяла на себя жена Пифагора, выдающийся математик того времени.

Правду ли передавали друг другу сменяющиеся века, сказать трудно. Сегодня взгляды Пифагора кажутся наивными, учёные давно поняли безнадежность попыток свести многообразие Вселенной к игре чисел. Да и никто после Пифагора не требовал от учеников такой дани, как многолетнее молчание. Но своей верой в силу разума он возбудил научный пыл в десятках молодых людей, посвятивших свою жизнь познанию мира. Отключив себя на несколько лет от соблазнов жизни, они учились вырабатывать в себе состояние сосредоточенности. Проникались уважением к деятельности ума. Они привыкали ценить его как тончайший инструмент, которым можно научиться управлять...

О Пифагоре написано много книг. Суть его теорем изложена в школьных учебниках. И ни один академик не стал академиком, не познав в действии теорему Пифагора, не пропев хоть раз шуточную песенку — «Пифагоровы штаны на все стороны равны»...

Мы условились изучать историю не по открытиям, а по заблуждениям. Поэтому из всей жизни Пифагора мы выбрали лишь одну чёрточку, один нюанс в его методе воспитания единомышленников. Возможно, пятилетний искус некоторым из моих читателей покажется ничтожной деталью, никому не нужной подробностью. Но может быть, найдётся кто-то, для кого эта искорка, долетевшая до наших дней из глубины веков, осветит с совсем новой стороны своеобразную, грандиозную личность того, кто первым услышал в грохоте мира внутреннюю музыку Вселенной, понял магию чисел, познал скрытую гармонию природы...

И он пытался научить этому других.

И сегодня учёные всего мира задумываются над тем, как научить наш мозг работать более эффективно, как быстрее проходить путь от незнания к знанию. В наши дни эта проблема стоит особенно остро: ещё никогда на одно поколение людей не обрушивалась такая лавина информации, никогда от молодого ума не требовалась столь напряжённая работа по осмысливанию достижений человечества. Создаётся много разных методов обучения, ставится масса экспериментов в школах и вузах. И кстати, один из таких методов чем-то напоминает пифагоров. Это — голодание.

Ещё сто лет назад было замечено, что голодание в течение двух недель увеличивает скорость и точность умственных процессов, особенно при решении арифметических задач.

Поисками эффективных методов мышления сегодня занимается кибернетика. Но до сих пор не найден самый совершенный способ обучения. И пока не может быть найден, так как учёные всё ещё не построили теорию мышления, и мы не знаем, какой путь усвоения предпочитает сам мозг...

Пифагор, пожалуй, был первым, кто пытался найти метод, стимулирующий естественный процесс мышления, работу человеческого мозга.

Если он был неправ, если ошибался, то из-за того, что должен был научить своих учеников тому, чего не знал сам.

И делал это так, как подсказывал ему его разум, незаурядный разум. Но если даже пифагоров способ воспитания учёных основан на заблуждении, если такая преувеличенная преданность науке — блажь, если столь подчёркнутое почтение перед силой человеческого

мозга — ошибочно, мне кажется, это одно из самых прекрасных заблуждений, плодотворная блажь, полезная ошибка. Так уж больше никто не ошибался...

Поколение за поколением учёных наследовало Пифагору. На долю одних выпадала слава. Другим доставались насмешки, гонения, костры. Не всегда судьба справедливо раздавала свои дары. Да и сами учёные были разными людьми. Одни меняли жизнь на крупицу истины. Другие не гнушались извлечь практическую пользу из того обстоятельства, что знали чуть больше окружающих. Почти все они так или иначе опирались на достижения Пифагора. Но далеко не все, как Пифагор, были убеждены в том, что человек властен над своим разумом, что он его повелитель.

В древние времена принятым было иное мнение. Хозяином человеческого разума считался бог. Человек не волен над собой, его тело — лишь сосуд. А разум в него вложил высший владыка, который и даёт ему знания. Так учил ещё Эмпедокл, один из самых почитаемых мыслителей древности.

И если Пифагор доказал свою точку зрения, воспитав целую плеяду мощных разумов, то Эмпедокл для доказательства своей точки зрения выбрал другой, более чем странный способ.

Вот какую историю донесло до нас время.

Самоубийство как доказательство

Этна любила жертвы и привыкла к ним. Но в 432 году до нашей эры ей выпала особая удача. По пыльной дороге, от которой шёл запах опалённой овечьей шерсти, поднимался в гору старец. Он был в железных сандалиях и одежде жреца. Его хитон был охвачен золотым поясом, а на голове сияла дельфийская корона.

— Скорее! Скорее! — раздавались голоса в толпе, следовавшей по пятам старца. — Скорее сюда! Эмпедокл обещает доказать нам, что разум ему подарили боги! Он под охраной Олимпа!

То ли богам не нравился созданный ими разум, и они сознательно не пожелали уберечь его от дикого намерения, или они были заняты другими делами... Так или иначе, но никто не остановил старого учёного, когда он подошёл к огнедышащей пасти вулкана и бросился в пылающее жерло. Оттуда вылетели лишь его железные сандалии...

Эмпедокл говорил современникам:

«Лишь безумцы полагают, что нечто может возникнуть из ничего или может исчезнуть без следа что-либо существующее».

Многие над ним смеялись.

Он говорил:

«Прислушайтесь к моим словам. Моим разумом управляет бог. Я открою вам истину. В природе ничего не исчезает, ничто не возникает вновь. Одно переходит в другое. Только невежды называют это рождением и смертью». Мало кто верил ему. И он решил доказать, что его устами глаголет бог.

Имел ли какие-нибудь последствия поступок Эмпедокла? Или жертва оказалась напрасной, бессмысленной?

После его смерти насмешки стихли. Люди стали внимательнее к пророческим откровениям мученика. Они задумались: может быть, старик был прав, связывая движение стихий с действиями двух противоположных сил? Эмпедокл называл эти силы любовью и враждой: «То всё стремится к слиянию воедино силою любви, то единое расторгается непримиримой враждой».

Любовь и вражда... Две стихии. Может быть, Эмпедокл предчувствовал суть таких полярных явлений, как положительное и отрицательное электричество, центостремительные и центробежные силы? Может быть, его интуиция нащупала разгадку тайны магнетизма, электричества и других, даже в наши дни ещё не познанных стихий?

Терминология со времён Эмпедокла изменилась, но идея о двух стихиях не умерла. Наоборот, углубилась. Другой пророк, другого времени — Эйнштейн писал: «Мы имеем две реальности: вещество и поле».

Эйнштейн тоже верил, что эти две стихии — вещество и поле — не возникают из ничего и не исчезают совсем. Энергия переходит в вещество, а вещество — в энергию...

Легенда о мужестве старого учёного заронила искру сочувствия и любознательности во многие молодые головы. Возможно, она привела в науку некоторых из тех, кто уже после Эмпедокла добыл знания, которыми пользуемся мы, его далёкие потомки, и будут пользоваться ещё многие и многие поколения людей. Потому что интеллект человечества складывается из умений и знаний всех людей всех времён, всех народов.

Пение петуха — тема научного исследования

При знакомстве с ошибками прошлого мы не будем придерживаться хронологии. С высоты XXI века позволим себе тасовать века, как игральные карты, выбирая ту или иную ошибку по вкусу.

Итак, прислушаемся к пению петухов. Иногда это бывает приятно, иногда даже поучительно. Вот о какой истории с петухами мне довелось услышать недавно в Париже. Там жил один из интереснейших учёных наших дней, лауреат Нобелевской премии по физике, член Французской академии наук Альфред Кастлер. Это очень одарённый человек, он работал на самом переднем рубеже современной науки и... писал стихи. В канун семидесятилетия вышла его первая поэтическая книга. Он преподнёс её мне в тот день, когда знакомил с одним из самых удивительных музеев в мире — Домом Открытий. В этом музее показаны самые значительные научные достижения за всю историю человечества.

— Увы, здесь не представлено одно любопытное открытие, — сказал учёный.

Я заинтересовалась: что это за открытие и почему его нет?

— Я прочту вам своё сочинение о нём, — сказал академик и лукаво улыбнулся.

И я услышала шуточную балладу о профессоре из неведомого города Ханахэна, которого глубокой ночью разбудил крик петуха. Учёный задумался: почему петухи кричат ночью? И немедленно написал во Французскую академию наук: «Я сделал великое открытие в куриной психологии! Я догадался, что петух принял месяц за солнце!!!»

Баллада кончается так: «Следующий день в Ханахэне был полон ликующих криков: «Одна из кур и господин профессор снесли по яйцу!»»

Мы посмеялись, но когда я вернулась в Москву и сама прочитала эту балладу в подаренной мне книге, то обратила внимание на заголовок и на странное примечание внизу страницы. Баллада называлась «Comptes rendus de L'Academie de Sciences».

Меня это озадачило: такое название имеет известный французский научный журнал — «Доклады Академии наук». Почему учёный дал такое же название балладе? Была и другая странность — примечание. Оно состояло из цифр 1931, 193, 1049. Это выглядело как ссылка в конце научной статьи. Цифры в таком случае обычно означают год издания, номер тома и страницу журнала, на которые ссылается автор.

Но ведь здесь не научная статья, а шуточная баллада! Что бы всё это могло означать?

Я взяла в библиотеке соответствующий том «Докладов Академии наук» и на указанной странице обнаружила раздел «Психология животных». И в нём сообщение некоего Бижурдена. Оно коротко, и я привожу его целиком.

«О влиянии луны»

В ночь с 28 на 29 июля в 12 часов 30 мин $\pm$ 5 мин (летнего времени) пел петух, хотя было далеко от его обычного времени. Заметим, что небо было чистым, а луна полной. Без сомнения, петух уже спал и, проснувшись, рассудил, что уже день. Я указываю на этот факт, поскольку он позволяет объяснить различные влияния луны».

А в конце этой заметки была добросовестная ссылка на другого учёного, написавшего на эту же тему статью «Ночное пение петуха как тема научного исследования».

Бижурден отдавал ей должное, он писал: «Этот учёный исследовал вопрос со всех точек зрения, в частности с точки зрения детерминизма».

Вчитайтесь в глубокомысленную учёность этих строк. Обратите внимание на то, с какой точностью зафиксировано время, на «глубокое» знание повадок кур, на традиционное указание предшественника и на многозначительное название этого «научного труда»...

Вы скажете — это пародия. Тем более что имя претендента на «великое открытие» так похоже на имя Журдена, персонажа мольеровской комедии «Мещанин во дворянстве», невежды, пытающегося прослыть образованным человеком. Но история с Бижурденом не пародия!

Такое сообщение действительно было заслушано членами Французской академии наук. Пожелтевшие за сорок лет страницы одного из наиболее авторитетных научных журналов свидетельствуют, что учёные мужи слушали сообщение Бижурдена! Более того, месье Бижурден был членом Французской академии наук, иначе после его фамилии была бы указана фамилия академика, представившего коллегам его труд. Так принято в академической практике.

Это «открытие» состоялось всерьёз! Самое курьёзное, на мой взгляд, даже не то, что его автор — один из членов Французской академии наук, а то, что доклад об этом открытии заслушали и приняли к печати остальные члены прославленной академии! И мудрецам свойственны капризы и прихоти.

ХОББИ

Заблуждения не покидают нас никогда.
Гёте

Атмосфера здесь фиолетовая
Человек ушёл из жизни, а его дом,
вещи, которые он собирал, расставлял, развешивал по своему вкусу, понятию гармонии и уюта, стойко хранят черты его духовного облика.

С особой остротой я почувствовала это в Веймаре, в домах-музеях трёх великих людей: Шиллера, Листа и Гёте.

Пропитанный артистизмом, утончённостью, выдающий капризную, вдохновенную душу хозяина, дом Листа лучше всяких справочников и путеводителей рассказывает о бурной, прихотливой жизни артиста и композитора. Красноречивы и онемевший рояль, и золотая дирижёрская палочка, и затихшая гостиная, свидетельница триумфа и восторгов, теперь закутанная в траур тяжёлых штор. Здесь витает тень великого музыканта.

Дом Шиллера, не умеющий скрыть стеснённых обстоятельств последних лет жизни поэта... Вас осеняет нежность, задумчивость, печаль.

И большой, бюргерского вида дом Гёте — удивительный, озадачивающий, разочаровывающий, настораживающий.

Здесь всё сбивает с толку, здесь неуместен привычный образ великого человека, заложенный в каждом из нас со школьных лет. Неужто в этих покоях жил поэт, писатель, мудрец?

Чопорность, тяжёлая роскошь многочисленных комнат мешают представить себе здесь романтического Гёте. Они больше пригодны для вельможи... Впрочем, Гёте и был вельможей, придворным при своём государе. Мраморные скульптуры далеко не изысканного вкуса, безделушки, собранные во время путешествий, картины — всё это аксессуары раутов и приёмов, где царил государственный деятель, тайный советник Саксен-Веймарского герцогства фон Гёте.

Но неожиданно вы попадаете в закуток, словно предназначенный для прислуги. Контраст между ним и парадными покоями ошеломляет. Простота до убожества, лаконичность до нищеты. В обстановке — обнажённая необходимость. Длинный дощатый стол, старое кресло с деревенским простым пледом. Тут работал Гёте-поэт. Здесь, по преданию, семидесятичетырёхлетний старец, влюблённый в юную Ульрику, заканчивал гениальную «Мариенбадскую элегию», последнюю лебединую песнь любви.

Вдоль стен — грубо сколоченные стеллажи, на них нехитрая научная аппаратура,

призмы, линзы и огромное количество минералов. Тут трудился Гёте-учёный.

Именно здесь вдруг вспоминаются слова Стефана Цвейга, неожиданные для образа Гёте, любимца и поклонника красивых женщин, художника, остроуслова, остроумца: «Замкнутый, суровый, педантичный старик, в котором поэзию почти вытеснила заскорузлая учёность».

Здесь, в своём рабочем кабинете, сняв парадную одежду и ордена, остыв от дипломатии, лести, притворства, Гёте размышлял над загадками бытия, взаимосвязью явлений природы и пытался понять тайну цвета.

Аппаратура для научных исследований говорит о том, что Гёте не только любовался минералами, но применял их для изучения законов распространения света. Он даже создал свою теорию цвета, противопоставив её ньютоновой.

Увлечение Гёте проблемой цвета началось в Италии. Ослеплённый обилием солнца, горячих, ярких красок, Гёте много рисовал, общался с художниками, старался постичь их умение добиваться чистых тонов, различных цветовых нюансов, которым виртуозно владели итальянские мастера. Но Гёте не удовлетворяло подражание, он искал понимания законов цвета. Он был наделён интуицией исследователя, поэтому стремился овладеть не только итальянской техникой живописи, но и умением добиваться определённых цветовых эффектов путём смешивания красок. Он пытался проникнуть в тайну тёплых и холодных тонов, понять связь цвета и вызываемого им настроения. Гёте интересовали законы, формирующие в человеке-ском глазу ощущение цвета.

Позже французский художник Шарден скажет: «Художник пользуется красками, но пишет чувством, ощущением». Он имел в виду, что настоящий художник вкладывает в картину сердце и выражает в ней эмоциональное отношение к изображаемому предмету. Шарден хотел сказать и то, что каждый художник обладает собственным видением, ощущением атмосферы, окутывающей предмет.

Цветовая атмосфера — не пустой звук. Её ощущают все люди, только в разной степени. Недаром победу, радость связывают с красным цветом; мечту, надежду — с голубым.

В наши дни дизайнеры, врачи и психологи совместно обдумывают окраску цехов, машин, мебели, приборов, тип освещения для жилых и производственных помещений. Доказано, что правильный подбор красок, яркость света повышают производительность труда, уменьшают травматизм и способствуют сохранению здоровья и хорошего настроения.

Место цвета в жизни человека, значени

Скрябин пытался объединить музыку с цветом, создать цветомузыку: вместе с нотной строкой он давал указания о характере освещения в зале. Однажды, проигрывая «Прометея» и не поняв значения слов «*tastiera per luce*», придуманного Скрябиным цветового сопровождения, Рахманинов спросил его: «Какого цвета эта музыка?»

Скрябин обиделся: «Цветная не музыка, а атмосфера, окутывающая слушателей... Атмосфера здесь фиолетовая...»

Гёте против Ньютона

Размышляя о тайне цвета, Гёте прежде всего искал ответа в научных трудах.

Так он столкнулся с утверждением Ньютона, что белый цвет образуется при смешении семи цветов радуги. И Гёте, конечно же, не поверил этому. Гёте родился через два десятилетия после смерти Ньютона. Кульминации их жизней разделяло столетие. Но и во времена Гёте — конец XVIII и начало XIX века — господствующим сохранялось мнение, что белый и чёрный цвет — две неделимые ипостаси. Многие физики и философы и после Ньютона продолжали считать их фундаментальными понятиями. Представление о чёрном и белом как о полярных сущностях было основой послекантовской натурфилософии: природа обусловлена противоположными силами. В их числе — свет и тьма, чёрное и белое. Утверждение Ньютона, что он расщепил белый свет на семь составляющих, Гёте воспринял как вызов законам природы.

Нельзя сказать, что Гёте спорил, не попытавшись разобраться в работах Ньютона. Он несколько раз хотел пойти на демонстрацию знаменитого опыта Ньютона по разложению

белого света. Но опыт этот ставили только в солнечные дни, а Гёте в такие дни никак не удавалось попасть в университет.

Когда Гёте вернулся из Италии в Веймар, он решил сам провести эксперимент. Но у него не оказалось подходящей аппаратуры. Тогда он обратился к своему другу, гофрату Бюттнеру, и одолжил у него оптические приборы. После затянувшегося отсутствия Гёте ждало много неотложных дел, и он долго не мог собраться осуществить свое намерение.

Но однажды Бюттнеру срочно понадобились его приборы и он послал к Гёте нарочного. Гёте не любил расставаться с вещами, не используя их, и, попросив посыльного обождать, приступил к опыту.

Взяв стеклянную призму, Гёте подставил её солнечному лучу, бьющему из окна, и стал смотреть на белую стену напротив окна. Ньютон утверждал, что, пропустив луч белого света сквозь отверстие в ставне и поставив на его пути призму, он наблюдал на белом экране спектр из семи цветных полос. Гёте ничего подобного не увидел. Он рассердился. Ну конечно, как он и думал, никакого разложения света не происходит! Ньютон всё выдумал...

«Утверждение Ньютона — чудовищное предположение, — писал впоследствии Гёте. — Да и как это может быть, чтобы самый прозрачный, самый чистый цвет — белый — оказался смесью цветных лучей? Красный, оранжевый, жёлтый, зелёный, голубой, синий, фиолетовый — и это всё слагается в белый?!»

Гёте, по-видимому, невнимательно читал труды Ньютона или просто не смог понять, какую роль в этом опыте играет малое отверстие в ставне. Он не понял, что при ярком освещении и при использовании широких пучков света нелегко увидеть на белой стене радужную полоску. Впрочем, он и не прилагал усилий к тому, чтобы искать её, потому что был заранее убеждён в ошибочности ньютоновской теории цвета. А почему — это тема особого разговора. Об этом дальше.

Если бы хоть одному художнику удалось хоть раз, смешав краски разных цветов, получить белую, Гёте, возможно, сдался бы. Но сделать это никто не мог. Получалась серая грязная краска, но никак не белая.

Гёте, штудировав труды Ньютона, не мог найти ответ и на такой вопрос: если предположить, что лучи разного цвета состоят из частиц разной величины, как учил Ньютон, и что цвет зависит от размера этих частиц, то почему голубой цвет с его более мелкими частицами производит на наш глаз впечатление меньшей яркости, чем другие цвета? И почему жёлтые и красные лучи с их более крупными частицами производят впечатление тёплых тонов?

Как понять странный факт: художник может добиться нужного тона не только взяв соответствующую краску, но и смешав между собой две совершенно различные, или ещё две другие, не похожие на предыдущие, или даже три? Вариантов много, а результат один. Как это может быть?

Были и другие вопросы без ответов. Как объяснить ощущение гармонии от слияния одних цветов и неприятное ощущение от других? Как всё это соотносится с нашим субъективным восприятием цвета?

Ньютон не давал на это ответа, не знал его. Впрочем, Ньютон занимался натуральной философией (физикой), а не физиологией зрения, а эти вопросы не могут быть решены в рамках чисто физического опыта.

Гёте со свойственным ему красноречием назвал оптические теории Ньютона «покинутым, грозящим обвалом памятником древности», «старым гнездом крыс и сов»...

Гёте хотел установить точные правила и законы для определения воздействия различных цветов на человеческий глаз. Ньютон, по его мнению, только запутал дело. Он не ответил даже на такой простой вопрос: почему небо голубое? До его «чудовищного предположения» всё было ясно: небо — чёрное, такое, каким мы видим его ночью. Утром его озаряют солнечные лучи, и из смешения чёрного и белого получается голубой. Из их смешения получаются все цвета и оттенки. А если Ньютон утверждает, что голубой цвет — сам по себе, самостоятельная часть спектра, значит, небо голубое потому, что голубой

воздух? Но тогда его толстый слой должен действовать как окрашенное стекло. Почему же отдалённые снежные вершины видятся не синими, а розовыми? Почему солнце и луна на закате — красные?

Труды Ньютона хранили молчание. Безупречно правый в понимании сложной структуры белого цвета, Ньютон выдвинул незрелую идею о корпускулярном строении света. Это был только подступ к истине. Он не постиг ещё волновую сущность света, не подозревал о его квантовой природе. Корпускулы были лишь догадкой. Тут Ньютона было легко поймать на противоречиях, и Гёте, обнаружив слабое место, опровергал Ньютона, противопоставляя его теории цвета свою собственную.

Гёте уверен: глаз человека сам принимает участие в образовании ощущения цвета. Конечно, свет приходит в глаз уже частично окрашенный светящимся предметом. Но окончательный цвет — это смешение нескольких типов окраски, это смесь физиологического и химического цветов.

Что это такое? Гёте объяснял: за физиологический цвет ответствен глаз. Это как бы реакция глаза на раздражение, своеобразное противодействие ему. Химический цвет — это то, что свойственно излучающему телу. Ну а физический — нечто промежуточное, так сказать, чуть того, чуть этого.

Один из противников Ньютона писал о его теории: «Света» — этим множественным числом создаётся полный простор для хитрости и обмана, коими отмечено всё сочинение Ньютона. Света, много светов. А что представляют собою эти света?»

Увы, этот упрёк полностью применим и к теории Гёте.

У предела, указанного богом

На два десятилетия растянулось увлечение Гёте попытками понять тайну цвета. Он посвятил этому труд в 1 400 страниц. У него были почтительные поклонники, среди них знаменитый философ Шеллинг, последователь Канта. Сам Гегель написал Гёте письмо, полное восторженных выражений.

К Гёте не могли не прислушиваться. Это был человек, которого, как сказал великий немецкий писатель Стефан Цвейг, «вся Европа чтит как самый зрелый и светлый ум современности».

Гёте внёс значительный вклад во многие области современной ему науки. В ботанику — его труд «Опыт о метаморфозе растений» сыграл свою роль в созревании учения об эволюции растений; в биологию — он высказал ценные мысли об эволюции природы, о происхождении видов, об изменчивости органов живого организма в процессе эволюции; сделал даже сенсационное открытие в анатомии человека (казалось бы, совершенно немыслимое в таком позднем веке!) — заметил то, на что до него никто не обратил внимания: наличие в скелете межчелюстной кости. Гёте размышлял над проблемой погоды и даже обнаружил новую форму облаков — гребенчатую.

Физика его влекла более всего. Он очень пристрастно относился к своим работам в области оптики. Правда, ему не удалось открыть тайну голубизны неба, перламутра утренних и вечерних зорь. Этого не сделал ни Ньютон, ни лорд Рэлей, занявшийся той же проблемой после Ньютона и Гёте. Эта загадка обрела ясность лишь в нашем веке благодаря работам советского академика Мандельштама. Но во времена Гёте никто не подозревал, насколько этот вопрос сложен.

В оптике Гёте считал свою работу безапелляционной. Его современники так не думали, и это было источником страдания для честолюбивого и привыкшего во всём быть первым Гёте.

В чём же была слабость гётевской теории цвета? Она, увы, не была ни точной, ни убедительной — осталась на уровне ощущения. Она не подсказала ни одного количественного определения световых явлений, не поддавалась математической интерпретации, не подчинялась объективной логике. Да Гёте и не пытался облечь её в математическую форму: он этого просто не умел. И сознавал это. Он писал (правда, по другому поводу: в ответ на письмо минералога Наумана, приславшего ему своё сочинение по

кристаллографии): «Ваша рукопись пришла в весьма удобное время, и я тотчас же принялся за неё и прочёл с удовольствием до стр. 45. Но здесь я очутился у предела, указанного богом и природой моей индивидуальности.

Я ограничен словом, речью и образом в теснейшем смысле и совершенно не способен обращаться в какой бы то ни было форме с цифрами и знаками, которыми высокоодарённые умы легко владеют».

Гёте не огорчился своей математической неполноценностью, он считал, что кто-нибудь из молодых математиков —

тиков дополнит его систему и придаст ей необходимую законченность. Но молодые с этим не торопились. Они были заняты более глобальным делом — пересмотром взглядов на природу света. Начало XIX столетия — кульминация борьбы между корпускулярной и волновой теориями света. Волновая теория лидировала и вносила всё большую ясность в вопрос о природе света, в частности цвета, и гётевские рассуждения на этот счёт выглядели более чем наивными на фоне нового развития оптики.

Но Гёте не думал их пересматривать. Надежду на поддержку возбудило в нём начинание Петербургской академии наук, которая в 1826 году объявила конкурс на соискание премии за работу по сравнению достоинств различных оптических теорий. Этот конкурс выявил много новых имён, маститый Гёте проиграл и здесь. Его теорию никто не защищал.

Петербургская академия наук в вопросах оптики опиралась на авторитет своего члена, академика Эйлера, который одним из первых применил волновую теорию света для объяснения цвета. Ещё в 1746 году Эйлер опубликовал работу «Новая теория света и цветов», где объяснял связь цвета с длиной волны света. Он утверждал, что максимальная длина волны соответствует красным лучам, минимальная — фиолетовым. Это справедливо по сей день.

Волновая теория света резко изменила взгляды физиков на природу цвета. Но это осталось за пределами интересов Гёте.

Семидесятилетий, остывший, перенесший последнюю любовь, как болезнь, Гёте не в силах предпринять пересмотра своей работы. За плечами — шестидесятилетний творческий путь, труды разбросаны, вряд ли равнодушная рука займётся их объединением. И Гёте, выразив надежду, что начинание Петербурга принесёт плоды и для теории о цвете, отдаёт последние силы Собранию сочинений, вновь обращается к любимцам юности «Вильгельму Мейстеру» и «Фаусту», пишет «Годы странствий».

Так Гёте вошёл в историю великим поэтом, но не великим физиком. Сам Гёте, однако, расценивал себя иначе. Он считал учение о цвете самым ценным своим вкладом в общее дело. Незадолго до смерти он признался своему секретарю Эккерману: «У меня нет иллюзий по поводу того, что я создал как поэт. При мне жили отличные поэты, ещё лучшие жили до меня и такие же будут жить после меня. А то, что я в моем столетии являюсь единственным знающим правду в трудном учении о цвете, этим я могу немного гордиться, и я имею поэтому чувство превосходства над многими...»

Доза вмешательства

Из-за того что учение Гёте о природе цвета не выдержало натиска всё новых и новых открытий, физики стали недоверчиво относиться ко всем его физическим работам. Это было несправедливо (Гёте болезненно переживал бойкот: «Величайшая мука не быть понятым»), потому что оптические работы Гёте сыграли в истории положительную роль.

Пытаясь доказать свою правоту в споре с Ньютоном, Гёте поставил ряд полезных экспериментов и, несмотря на ошибочность исходной позиции, обогатил верными наблюдениями и выводами такие науки, как физиология и психология зрения.

Полезной оказалась и критика Гёте корпускулярной теории цвета Ньютона. Гёте одним из первых обратил внимание на то, что эта теория не объясняет ряд оптических эффектов, а значит, она неполноценна. Конечно, Гёте даже в помыслах не ведал о квантах и никаких конструктивных решений по усовершенствованию или пересмотру ньютоновской теории

предложить не мог, но своими нападками он подогрел спор, обострил внимание к вопросу, привлёк силы других учёных.

Дискуссия всегда полезна для развития науки, и здесь критика Гёте сыграла важную, положительную роль.

Что касается теории цвета самого Гёте, то историк науки Розенбергер назвал её «полезной по своим последствиям ошибкой». Что же он имел в виду? Какую пользу принесли будущим учёным заблуждения Гёте?

Они подчеркнули, какую важную роль в работе физика играет его научное мировоззрение. Ведь Гёте не верил Ньютону не из духа противоречия. Не потому, что он установил неправильность опыта Ньютона по разложению белого цвета. Гёте был предубеждён против этого опыта с самого начала. Он не верил в него потому, что по своему мироощущению был антиподом Ньютона.

Гёте рассматривал природу как единый организм, многообразный, многоликий и неделимый. Такая точка зрения дала ему право обвинять Ньютона в разрушении этого единства. По мнению Гёте, Ньютон насилует природу. Вырывая луч из целого потока света, втискивая его в щель, преграждая ему путь призмой, Ньютон нарушает естественную структуру света. Гёте считал, что луч света после всех этих манипуляций уже не тот, первозданный, что резвился на просторе.

И насилие над природой мстит человеку. То, что наблюдал Ньютон в тёмной комнате с закрытыми ставнями, не есть общее явление природы. Это иллюзия; принудительная, созданная насильственно ситуация. Так рассуждал Гёте. Пусть Ньютон выйдет на зелёный луг, на берег моря. Пусть внимательно посмотрит перед собой: на стволы деревьев — в солнечный день они чуть тронуты багрянцем, на морскую ширь — на освещённой стороне волны кажутся зелёными, на теневой — пурпурными.

Разве Ньютон может создать такое искусственно?

И может ли объяснить строго научно все эти эффекты, давно знакомые пейзажистам?

Гёте был прав — цветовое многообразие природы действительно не воспроизводилось и не объяснялось современной ему наукой. И протест Гёте против разрушения целой картины ради частности, общего впечатления ради деталей тоже имел под собой веское основание. И восходил к мироощущению древних. Их мудрый завет гласит: в процессе познания человек не должен забывать, что в драме бытия он не посторонний — актёр и зритель одновременно...

В своём отношении к изучению природы Гёте вольно или невольно оказался сразу в двух противоположных периодах времени: в прошлом и будущем. Потому что вопрос о пределах вмешательства человека в природу возник снова, уже после Гёте, на более высоком уровне познания.

Это случилось в XX веке, когда физики приступили к изучению микромира. И убедились, что, вторгаясь со своими приборами в жизнь атомов и молекул, они нарушают естественный ход событий, делают невозможным сохранение наглядности при изучении этого мира.

Как это переключается с опасениями Гёте! Гёте лишь боялся, что вторжение в плоть света нарушит его истинную структуру и не даст истинного понимания. А учёные XX века, проникнув в микромир, обнаружили, что в мире элементарных частиц экспериментальное вмешательство приводит к возможности точного измерения лишь одной стороны явления в ущерб другой. Скажем, можно определить скорость электрона, но нельзя одновременно зафиксировать его расположение. И наоборот, можно засечь в какое-то мгновение его место, но не узнаешь ничего о скорости. Можно измерить энергию частицы, но чем точнее должен быть результат, тем больше времени приходится затрачивать на его получение. Значит, получается не мгновенное, а усреднённое значение энергии. При этом всякая попытка ускорить измерение влечёт падение точности.

Именно при попытках определить «безопасную» дозу вмешательства приборов в исследование микромира возник один из краеугольных принципов современной физики —

принцип неопределённости. Он констатирует и объясняет невозможность полного описания жизни микромира в духе классической физики, имевшей дело с жизнью больших тел макромира.

Поразительно, что Гёте ещё в далекое от квантовой физики время провидел этот принцип неопределённости, пропагандировал запрет чрезмерного вмешательства в природные процессы!

Датский физик Нильс Бор, высший авторитет науки о микромире, говорил: хотя идея о том, что всякое тело состоит из бесчисленного количества атомов, восходит к древности, она казалась навсегда умозрительной, бездоказательной. Почему? Именно потому, что проверка её требовала внедрения в мир микрочастиц грубых приборов, а они сами состоят из бесчисленного количества частиц. И своим вмешательством нарушают нормальную жизнь микромира, изменяют его характеристики, то есть оставляют его непознанным или делают ложно познанным.

Гейзенберг, современный немецкий физик, проникший за пределы возможного с помощью математики, понимая всю сложность внедрения в мир атома, предостерегал: физик должен помнить, что изучает мир, который не он «изготовил» и который должен продолжать существовать так, как если бы этого физика и вовсе не было.

Гёте, разумеется, не знал о том, что в будущем его точка зрения будет подкреплена такими титанами мысли, как творцы квантовой механики. Не знал и того, что у него будет сильный противник, а у Ньютона единомышленник — Эйнштейн. Эйнштейн не признавал других путей познания мира, кроме опыта. «Всё, что мы знаем о реальности, исходит из опыта и завершается им», — учил он. Даже при изучении микромира он настаивал на опытном пути, мечтал о наглядности теорий и, будучи величайшим теоретиком, считал первичным в процессе познания именно опыт.

Противоречия между Эйнштейном, с одной стороны, и Бором и Гейзенбергом, с другой, говорят о противоречии в самом подходе к проблеме изучения микромира, но это уже проблема наших дней, и она всё ещё не решена. Гёте не трудился над разгадкой тайн атома, но он почувствовал невозможность расчлнить целое ради части; столкнувшись с тайной цвета, он нащупал, почувствовал одну из главных трудностей физики, одну из трагичных сторон процесса познания природы. Это было для его времени на грани провидения. Его беда в том, что он пытался применить принцип неопределённости там, где это не диктовалось запретом природы, — в макромире. Это было не только лишним, но просто вредным и привело к ошибке. Анализ этой ситуации, несомненно, был полезен и поучителен как предостережение будущим физикам. Недаром над оптическими трудами Гёте размышляли и его современники, и учёные более позднего времени: Тимирязев, Столетов, Вернадский, Бор, Гейзенберг и другие.

Щедрый и мелочный

Есть и иные, не научные, причины ошибок Гёте. Они связаны с его личностью, с особенностями этой сложной натуры.

В позиции, которую Гёте занял со своей теорией цвета по отношению к другим теориям, к другим учёным, выразились прежде всего противоречия его характера, весь диапазон его личных качеств и пристрастий. Он как бы выплеснулся во всём своем многообразии, в сочетании мудрости и мелочности. В период бурного увлечения загадкой цвета проявился тот Гёте, о котором писал Энгельс: «Гёте то колоссально велик, то мелочен; то непокорный, насмешливый, презирающий мир гений, то осторожный, всем довольный, узкий филистер».

Гёте, который участвовал в движении «Бури и натиска» против косных устоев, за самобытную национальную культуру; Гёте, создавший «Фауста», «Эгмонта», «Прометея», «Страдания молодого Вертера», произведения, ставшие знаменем свободы человеческого духа, — в качестве учёного занял консервативную позицию.

Его гениальность выразилась в том, что он почувствовал одну из актуальнейших задач науки его времени; мелочность — в том, как и какими средствами он полемизировал с

идейными противниками; тщеславие — в выборе этих противников. Гёте, веймарский тайный советник, министр, великий поэт, наверно, не представлял себе противника ниже рангом, чем Ньютон. Иначе как объяснить тот факт, что он все силы отдаёт полемике с Ньютоном и не замечает других учёных, которые высказывают на природу цвета взгляды, расцениваемые историками как поворотные не только в вопросе природы цвета, но вообще в оптических воззрениях.

13 ноября 1801 года на заседании Королевского общества молодой англичанин Томас Юнг делает доклад, названный им «Теория света и цветов». Юнг убеждает аудиторию в том, что свет — это волны. Он проводит аналогию между морскими и световыми волнами, и всем становится понятным и явление интерференции, когда световые волны гасят или усиливают друг друга; и явление дифракции, когда световые волны огибают препятствия. Пока учёные считали свет состоящим из частиц, эти явления были необъяснимы. Юнг высказал мысль, которая могла бы заставить Гёте изменить свою теорию цвета: «Ощущение различных цветов зависит от различной частоты колебаний, возбуждённых светом на сетчатке глаза».

Это было настолько близко к истине, что даже Эйнштейн, издалека, из XX века, не мог не восхищаться тем, «как Юнг объяснил богатство и многообразие нашего цветоощущения».

Гёте же не замечает этой революции в оптике! Или игнорирует её... как игнорировал работы ещё ранее почувствовавшего истину Гримальди.

Что же помешало Гёте прислушаться к их словам? Может быть, осторожный царедворец не доверял ни репутации старого математика-иезуита Гримальди, ни высказываниям обаятельного и жизнерадостного, молодого — и, возможно, поэтому неопытного — физика Юнга?

Врач, механик, оптик; к ужасу чопорных педантов, ещё и цирковой наездник, канатоходец — любимец публики знаменитого цирка Франкони; музыкант, играющий чуть ли не на всех музыкальных инструментах; знаток живописи и театральный критик — всем этим был Юнг.

Впрочем, как раз такой человек, как Гёте, мог быть более снисходительным к столь разностороннему таланту. Ведь сам Гёте тоже отличался редкой широтой интересов...

... Никто и ничто не мешало благополучному, могущественному Гёте выбрать правильный путь в науке. Никто и ничто, кроме него самого... Гёте сам повинен в своих ошибках, решив, что ему, великому в поэзии, доступны и подвиги на научном поприще; что он между делом может прояснить те вопросы, на решение которых не хватило жизни Ньютона; решить их самостоятельно, не поинтересовавшись тем, что сделали и делают другие учёные, которые после Ньютона существенно продвинулись в понимании природы оптических явлений.

Переоценка своих возможностей и недост

О силе профессионализма

Это не значит, что увлечения, хобби, — всегда плохо. Не раз люди, начинавшие как дилетанты, но приобретшие высокий уровень профессионализма, произносили важное, решающее слово в науке.

Те ценнейшие достижения, каких добились в науке многие непрофессионалы, заставили потомков забыть, что они пришли в науку из других сфер. Бывшие дилетанты стали родоначальниками многих областей знания, классиками, провидцами.

Нет школьника, не изучавшего закон Джоуля. А ведь Джоуль был вначале пивоваром. Музыкальный мастер Чарльз Уитстон дал Англии телеграф. Выдающийся английский математик Грин до сорока лет выпекал булки. Гениальный Фарадей начинал разносчиком в лавке. А кто не знает Кулона? Его именем названа единица электричества, он же был инженером по крепостным сооружениям и отдавал физике лишь часть времени, свободную от других дел.

Основополагающие работы по теплоте были сделаны не физиками. Майер был врачом, Румфорд выполнил свои исследования в области теплоты, будучи министром.

До того как прославиться опытами по электричеству, Герике варил пиво, занимался

сельским хозяйством, строил мосты, воевал, был бургомистром и дипломатом. Может быть, его непрофессионализм в науке выразился лишь в том, что своему труду по электричеству он дал такое длинное название, что на него надо отвести восемь строчек.

Гильберт, вошедший в историю глубокими работами по магнетизму, был любимым лейб-медиком английской королевы Елизаветы. Кузен Проспера Мериме — Френель, сделавший переворот в такой древней науке, как оптика, в молодости был путейским инженером. Не образование, не потраченное время, даже не сильное желание сделать открытие превращает человека в первооткрывателя... Но очень помогает приобретённое в определённой сфере мастерство, опыт, чутьё — в общем, профессионализм.

Научные работы Ньютона и Гёте не нужно долго сравнивать, чтобы понять: один — профессионал, другой — дилетант.

Ньютон кропотливо, шаг за шагом проникал в глубь свойств света и цветности, подкрепляя каждый этап доказательным экспериментом. Чтобы не оступиться, он создал научный метод, в котором основой явился принцип обратной связи, в наше время всем очевидный.

Гёте, больше вдохновенный мечтатель, философ, чем физик, многое вольно выдумывал, домысливал, фантазировал, не проверяя свою мысль экспериментом.

Гельмгольц, заложивший основы современной теории цветного зрения, дал в 1853 году такую характеристику оптических работ Гёте: его метод — интуитивное упорядочение опытных данных при полном игнорировании какой бы то ни было системы абстрактных понятий. Такой метод и присущая Гёте наблюдательность позволили ему проложить новые пути в описательных науках, в сравнительной анатомии животных и растений он стал одним из предшественников Дарвина, достигшим наиболее ценных результатов. Но дилетантизм заставил его занять отрицательную позицию к системе понятий физики. Его «Учение о цветах», изложенное прекрасным красочным языком, скорее пейзаж, чем научный труд.

Гёте больше играл в науку, украшал себя ею. Ньютон жил наукой, считал себя её слугой. Его научное мировоззрение было глубоко материалистичным, он знал, что настоящее понимание природы складывается не из пустых рассуждений, а из трудного процесса познания, из опыта. Теория, отражающая действительность, — это комплекс законов, вытекающих из опыта и проверенных опытом.

Ньютон победил по праву. Века подтвердили справедливость его научного кредо. Его законченные работы — это слепок с законов природы. А рассуждения Гёте о происхождении цветов лишь живопись импрессиониста, видящего природу в дымке субъективных представлений, такой, какой ему хочется её видеть: поэтичной и несколько растрёпанной.

Отказавшись от абстракции, от эксперимента, выделявшего главное из второстепенного, Гёте сам лишил себя мощных научных методов, увёл себя от истинной науки в топь натурфилософских вымыслов и словопрений. Нужна была острая интуиция, сродни интуиции Декарта, чтобы на этом зыбком пути обнаружить зёрна истины.

Такой интуицией Гёте не обладал, поэтому результаты его трудов в области физики оказались ошибочными. Для современников Гёте не было сомнения в дилетантской окраске его работ. Гельмгольц ещё раз, почти через сорок лет, возвратился к оценке оптических работ Гёте. О докладе, прочитанном Гельмгольцем в 1892 году, замечательно отозвался Эйнштейн: «Второй доклад с восторгом прочтёт каждый, кому может доставить радость научный подход к познанию мира. Здесь старый Гельмгольц, который всю свою жизнь провёл в борьбе за научное познание, показывает, как Гёте исключил себя из созданной им картины мира».

И это самоисключение, неверие в возможность объективного познания — один из красноречивейших уроков истории, который не следует забывать.

ПРЕДРАССУДКИ

В науке важно отказаться от глубоко укоренившихся, часто некритически повторяемых предрассудков.

Эйнштейн, Инфельд

Мимолётности

Некоторые из заблуждений, с которыми мы познакомились, наталкивают на сомнение: а стоит ли выставлять напоказ ошибки? Пожалуй, их нужно стыдиться, стремиться скорее преодолеть, а не афишировать...

Но учёные никогда не стыдились честных заблуждений. История знает удивительные случаи, когда исследователи пользовались своими и чужими заблуждениями как рабочей гипотезой. И делали это с успехом!

Декарт, французский философ и физик XVIII века, много думавший над разгадкой природы света, создал, как потом выяснилось, ошибочную теорию. В целом его учение о свете оказалось заблуждением, но тем не менее ему удалось, пользуясь своей точкой зрения, получить веками безуспешно разыскиваемый закон преломления световых лучей. Открытие встретили с одобрением, особенно потому, что Декарт не остановился лишь на формулах, а рассмотрел ряд их практических следствий.

Если свет сам подтверждает выводы Декарта — преломляется и отражается так, как тот предсказывал, то природа света понята правильно, не так ли? Логическая цепочка должна замкнуться. Верные предпосылки могут и не дать верных следствий, но верные следствия, казалось, нельзя сделать из неверных предпосылок.

С удивлением встретили современники признание самого Декарта в том, что, по его убеждению, исходные модели явления, которые он выбрал, не надежны, точнее — неверны! И тем не менее он уверен, что из них можно извлечь правильные и полезные следствия.

Полезные следствия! Вот одна из тех веских причин, которой руководствуются учёные, пользуясь сомнительной гипотезой.

Декарт не видел в таком пути познания ничего опасного и недозволенного. Он шёл на это сознательно, подражая, по его словам, астрономам, которые, несмотря на то что опираются на недостоверные, а часто даже ошибочные наблюдения, делают правильные заключения.

Сходную позицию занимал и такой гениальный физик, как Фарадей, отец учения об электричестве и магнетизме. Он зачастую сам не верил в полёты своей фантазии. Но не стыдясь делился с коллегами смелыми и не обоснованными предположениями о сути электромагнитных сил, рассматривая их как рабочие гипотезы, помогающие ему оттолкнуться в поисках.

«Сделал много ошибок, — писал он, — ибо даже мне самому мои представления кажутся лишь как бы отражением тех построений в голове исследователя, часто мимолётных, которые, однако, могут иметь свою временную ценность как руководящая нить для нашего мышления и исканий».

Этим приверженцам гипотез противостоит Ньютон. Кто не знает его кредо: «Гипотез я не измышляю»? Только опыт — верховный судья науки, считал британский оракул. И даже он сдался одной из удивительнейших «мимолётностей», которая ухитрилась просуществовать века.

Кариатида для звёзд

Пожалуй, самое древнее, самое стойкое заблуждение, возрождающееся вновь и вновь, это гипотеза эфира, мирового эфира, как его иногда называют.

Теперь подавляющее большинство учёных без колебаний скажет, что никакого эфира нет, что он, как и другие невесомые материи, изгнан из словаря науки.

Но есть ли более драматическая история, чем это изгнание, чем поиски вещества, заполняющего Вселенную?

Древние атомисты силой интуиции постигли то, к чему пришёл просвещённый XX век. Они говорили: в мире существуют лишь атомы и пустота.

Но Аристотелю понадобилось особое вещество для заполнения мирового пространства.

И — таковы противоречия развития познания! — убеждённый материалист Аристотель заимствует у древнейшего из идеалистов — Пифагора представление об эфире, через который к нам якобы проникают лучи Солнца. Аристотель поступает с эфиром как художник: бросает эфир на созданную им картину мироздания как последний мазок, завершающий композицию. Он верил, что природа не терпит пустоты,

и заполнил ее эфиром. С тех пор эфир, межзвёздная среда, существовал в науке много столетий без особой в том нужды, больше для порядка. Но когда Ньютон создал свою теорию тяготения, появилась настоятельная необходимость выяснить, не существует ли среды, передающей силу тяготения? Ведь Ньютон лишь угадал математическую меру сил, с которыми одно небесное тело притягивается к другому. Как передаются силы тяготения, с помощью какого посредника — этого он не знал. Не мог он опереться и на предшественников.

Ещё студентом Ньютон прилежно изучал наследие древних и новейших учёных. Особое внимание в то время привлекали гипотезы об эфире и атомах, дремавшие столетия и снова ставшие модными в начале XVII века.

Декарт, материалист и мечтатель, отождествлял пространство с «тонкой материей». Эту материю он называл эфиром и наделял его свойствами, необходимыми для объяснения движения небесных тел, но свойства эти были совершенно нереальны.

Ньютон хорошо знал учение Декарта, поначалу увлекался им, но очень быстро разочаровался и порвал с ним. В противовес Декарту и его последователям — картезианцам, с лёгкостью придумывавшим новые гипотезы для объяснения новых фактов, Ньютон создал физику, основанную на опыте и математическом описании опытных фактов. Так он мог на основе известных опытных фактов предсказывать новые, ещё не известные.

Ему, как убеждённому естествоиспытателю, ставившему во главу науки эксперимент, была чужда идея дальнего действия — не мистика же, в самом деле, тот факт, что небесные тела притягивают друг друга, не за руки же они держатся! Должен быть конкретный, материальный носитель сил притяжения.

Придумать его — суровая необходимость, от неё невозможно было отделаться, отмахнуться... И все же Ньютон попытался быть верным себе и не строить гипотез относительно природы сил притяжения, странных сил, загадочным образом действующих на расстоянии.

Прежде чем продолжать, хочу заметить, что ни у кого, кроме физиков, не возникали дискуссии по поводу дальнего действия. В жизни мы не сталкиваемся с силами, проявляющими себя не непосредственно. Мы имеем дело только с такими силами, которые проявляются при соприкосновении. Например, движение передаётся толчком, тягой, давлением. Чайник с водой нагревается от огня. Огонь возникает от огнива. Колёса приводятся в действие паром или электричеством.

И хотя сила тяжести играет одну из главных ролей и в повседневной жизни, мы не задумываемся над её происхождением и сутью. Дело, наверно, в том, что она проявляется незаметно для нас. Это обычное, будничное явление. Неизменная сила тяготения не занимает наше воображение, не привлекает внимания. Вечно сопутствуя нашей жизни, она нами не осознана.

Другое дело — учёные. Эта тайна не могла их не мучить. Им требовалось конкретное решение — какая субстанция ответственна за передачу сил притяжения?

Ньютон заставил людей задуматься над проблемой, которая не решена до сих пор...

Но как он сам вышел из положения? Придумал гипотезу!

Но к этому он пришёл нелегко.

Ньютон, конечно, понимал, что наука не может не оперировать законами, «причины которых ещё не открыты». Но пусть, рассуждал он дерзко, причина и «механизм» тяготения ещё не известны. Это ведь не мешает построению небесной механики, точнейшему предсказанию затмений и величины морских приливов. Закон всемирного тяготения позволяет рассчитывать движение планет без каких-либо гипотез, так зачем же гипотезы,

зачем эфир? И он стремился удержаться в этой гордой позиции: гипотезы излишни вообще, не нужны гипотезы и о природе тяготения.

В величайшем труде Ньютона, в «Началах», полное название которого «Математические начала натуральной философии», слово «эфир» не встречается. В первом издании.

Но во втором издании «эфир» появляется — правда, не в основном тексте, а в последнем абзаце знаменитого «Общего поучения» — в самом конце книги. Ньютон упоминает об эфире, но не допускает в межпланетное пространство, ограничивая его возможную роль взаимодействиями тел на близких расстояниях.

Как же так? — спросит читатель. Эфир всё же появился у Ньютона, противника всяких гипотез, и в частности гипотез для объяснения сил тяготения?

Да, сам Ньютон, убеждённый противник гипотез, придумал гипотезу, в соответствии с которой эфир, проникая сквозь все тела, постоянно стремится к Земле, увлекая эти тела за собой. Так, решил Ньютон, может возникать сила притяжения к Земле, сила тяготения. Но, по логике вещей, эфир должен устремляться и в остальные тела, ведь по закону Ньютона все тела тяготеют друг к другу... За уступки надо платить. И скоро Ньютон горько пожалел, что сдал позиции.

Именно в связи с подобными ситуациями Ньютон был принципиальным противником гипотез. Придумывая одну, приходится принимать и следующую, и так без конца. Для объяснения каждого нового факта, каждой новой подробности нужно придумывать новую гипотезу и заботиться о том, чтобы они не противоречили одна другой.

Ньютоний

Итак, Ньютон прибег к помощи эфира. И главное, не впервые. Без эфира он не смог обойтись ещё в первых спорах о природе света со своими главными противниками Гюйгенсом и Гуком.

Трудности, которые испытали и Ньютон, и Гюйгенс, и Гук, и Гримальди, создавая каждый свою теорию света, столкнули их с эфиром. Нравилось это им или не нравилось, но единственное, что объединяло столь разные теории, был эфир. Гюйгенс, считавший свет волнами, не мог объяснить механизм их распространения без помощи какой-то среды. Он понимал, что это должна быть та же среда, что передаёт силы тяготения, ибо нельзя же было допустить, что отдельно существует светоносный эфир и эфир тяготения.

Ньютон отвергал волновую теорию света, он видел свет частицами, корпускулами. Первоначально ему даже казалось, что для передачи частиц в мировом пространстве не нужна никакая среда. Он самонадеянно решил, что корпускулярная теория света избавит науку от эфира. Но его собственные опыты, когда он наблюдал странные периодические изменения цвета окрашенных колец (колец Ньютона)

в тонком промежутке между выпуклой линзой и плоской пластинкой, показали, что свет связан с какой-то периодичностью. Ньютон был вынужден искать этому объяснение. Корпускулярная гипотеза приводила здесь в тупик. Приходилось громоздить одну гипотезу на другую. И всё равно выходило, что в природе света есть нечто волновое. А раз волновое, значит, без эфира не обойтись.

Впервые Ньютон прибегает к эфиру в 1672 году, сравнивая свою корпускулярную теорию света с волновой теорией. Он пишет: «Колебания эфира одинаково полезны и нужны и в той, и в другой...» Всё же, не желая отступать от своих принципов, Ньютон не считает гипотезу эфира верной. Вот его слова: «Однако, излагая гипотезу (эфира), во избежание многословия и для более удобного представления, я буду иногда говорить о ней так, как будто бы я её принял и верю в неё». Он пользуется ею, но не верит в то, что эфир существует. При этом Ньютон представляет эфир вполне конкретно. «Предполагается, что существует некая эфирная среда, во многом имеющая то же строение, что и воздух, но значительно более разреженная, тонкая, упругая». «Немаловажным аргументом существования такой среды служит то, что движение маятника в стеклянном сосуде с выкачанным воздухом почти столь же быстро, как и в открытом воздухе».

Ньютон прибегает к эфиру не только для объяснения оппонентам оптических явлений, но и для объяснения действия мускулов животных и некоторых химических явлений.

Когда сам Ньютон и другие физики попробовали набросать примерные характеристики этой универсальной среды, получился монстр, сгусток противоречий, соединение несоединимого, объединение необъединимого. Неуловимее привидения, более разрежен и прозрачен, чем воздух, маслянистее масла.

Кто видел такое вещество в природе? Никто никогда не видел, и тем не менее приходилось мириться с таким союзником. Другого выхода не было. Учёные были вынуждены думать, что эфир — это очень разреженный газ. Настолько разреженный, что он не тормозит извечных движений планет, но при этом увлекает их друг к другу и особенно к Солнцу. Что, проникая в недра Земли, звёзд и других тел, эфир конденсируется и превращается в обычные газы и жидкости. При этом эфир очень упруг, ибо, перенося свет, должен колебаться в такт со световой волной. Кроме того, он текуч, как жидкость, но маслянист, так как должен «прилипнуть к порам тел», чтобы осуществить притяжение.

Трудно поверить, что эти фантазии разделял великий Ньютон.

Его борьба с эфиром шла с переменным успехом.

В основном труде Ньютона о свете, в знаменитой «Оптике», вышедшей в 1704 году, эфир вовсе не упоминается. Более того, в издании 1706 года сказано: «Не ошибочны ли все гипотезы, в которых свет приписывается давлению или движению, распространяющемуся через некоторую жидкую среду?»

Казалось, вопрос исчерпан. Но ещё через несколько лет Ньютон добавляет к следующему изданию «Оптики» (1717) восемь вопросов по теории света. Ответить на них без помощи гипотезы эфира невозможно! В следующем издании (1721) и в последнем (1730), которые Ньютон редактировал лично, он оставил эти вопросы без изменения. Тем самым он как бы отказался от окончательного решения вопроса об эфире. Эфир для него гипотеза, а гипотезы не должны рассматриваться в экспериментальной философии. Казалось бы, всё ясно?

Но прошли века, и другой титан занялся проблемой эфира.

«Уже в 70-х годах, — пишет великий химик Д.И. Менделеев, — у меня настойчиво засел вопрос: да что же это такое эфир в химическом смысле? Сперва я полагал, что эфир есть сумма разреженнейших газов в предельном состоянии. Опыты велись мною при малых давлениях — для получения намёка на ответ».

Действуя почти так же, как Ньютон, Менделеев написал в статье «Попытка химического понимания мирового эфира»: «Мне кажется мыслимым, что мировой эфир не есть совершенно однородный газ, а смесь нескольких, близких к предельному состоянию, то есть составлен подобно нашей земной атмосфере из смеси нескольких газов».

Удивительно, насколько близко это к мыслям молодого Ньютона.

Сейчас мало кто помнит о том, что Менделеев поместил свой эфир в нулевую группу Периодической системы элементов и назвал его «ньютонием».

Выродок в семье физических субстанций

Эфир шествовал по столетиям, переходя из одной теории в другую, видоизменяясь, выполняя то одну задачу физиков, то другую. Его то временно отменяли как нелепость, то снова молились на него как на избавителя, потому что ничего другого в качестве посредника между телами учёные найти не могли... Разные умы придавали эфиру различные оттенки. Он по желанию учёных менял свой облик, словно глина в руках скульптора.

Но всегда за ним сохранялся ореол могущества и неопределённости, вездесущности и зыбкости. Недаром эфир, один из немногих научных терминов, непринуждённо перешёл в поэзию. Помните, о таинственной ночи у Пушкина: «Ночной зефир струит эфир»? О музыке Скрябина: его руками «рождены хрупкие, трепетные, прозрачные, из эфирных струй сотканые звуки».

Эфир не раз выручал физиков в безвыходных положениях и подставлял свои плечи под тяжесть новых своих обязанностей.

Так, Френелю — уже в XIX веке — он помог при создании новой волновой теории света, способной объяснить не только то, что знал Гюйгенс, но и не объяснённое им явление поляризации света. Явление непонятное, если не ввести гипотезу о том, что световые волны — не продольные волны, подобные звуковым, как считал Гюйгенс, а поперечные, больше похожие на морские волны.

Но как мог выйти из положения французский путейский инженер Френель, знавший, что поперечные волны могут распространяться только в твёрдых телах? Он и объявил эфир твёрдым телом. А расчёты немедленно подтвердили, что этот твёрдый эфир к тому же несравненно более упруг, чем сталь. По упругости он не уступает прежнему газообразному эфиру.

В качестве носителя сил тяготения и продольных световых волн Гюйгенса эфиру достаточно было быть газом, правда, газом, обладающим невероятными свойствами. Однако чтобы справиться с передачей новых, поперечных световых волн Френеля, эфир должен был превратиться в не менее фантастическое твёрдое тело! То газ, то твёрдое тело... Было от чего прийти в уныние!

Поразительно, как придиричвые физики, яростно протестующие против самой малой неточности и неясности в расчётах, экспериментах, теориях, так долго не замечали, что эфир — «выродок в семье физических субстанций», как назвал его впоследствии Эйнштейн. И они не только мирились с капризами эфира, но подлаживались под него, словно его утрата страшила их, словно они боялись лишиться его поддержки! Судите сами: Максвелл, предсказавший существование электромагнитных волн, родственных свету, не понял, что они есть самостоятельная сущность, не нуждающаяся ни в каком посреднике. Он пытался не порывать с прежним воззрением на механизм распространения световых волн. Максвелл считал электромагнитные волны особыми натяжениями эфира, аналогично тому, как раньше их считали его поперечными волнами.

Герц, первым из людей экспериментально обнаруживший реальное существование электромагнитных волн, тоже боялся расстаться с эфиром. Наконец, в науке появился отважный Лоренц — он объявил, что электромагнитное действие осуществляют электроны. Он представил себе, что электромагнитные волны взаимодействуют с электронами, входящими в состав материальных тел. При этом волны вызывают движение электронов, а движения электронов в свою очередь вызывают электромагнитные волны.

Наконец-то наука обошлась без эфира! Однако... Лоренц не решился выбросить эфир за борт своей теории. Правда, он оставил за ним лишь одно качество — неподвижность.

Самое странное в этой истории то, что, хотя все учёные единогласно считали эфир вездесущей субстанцией, его никто, никогда, ни в одном эксперименте не обнаруживал! Он никому не давался в руки. Ни одному учёному. Ни в одном опыте.

Своей неуловимостью эфир напоминал теплород, невесомое вещество, которое долго занимало трон в науке о теплоте, пока учёные не изгнали его, обнаружив, что король гол...

А опыты по обнаружению эфира между тем предлагались, ставились, и были среди них такие, которые, казалось, не могли не обнаружить его, если он действительно существует.

Один из самых знаменитых опытов ставил своей целью поймать «эфирный ветер». Мысль была такой: если эфир наполняет собой всё космическое пространство, а Земля, как корабль, движется сквозь этот океан, значит, можно попытаться определить её скорость относительно эфира.

Логично? И Майкельсон, искуснейший экспериментатор XIX века, потратил на тщательные опыты не один год.

Эфир ничем не выдал себя.

И даже это не отрезвило учёных. Казалось, они готовы простить эфиру все причуды, лишь бы он не покидал науку. Если он не проявляет себя в этом опыте, значит, решили учёные, он не вполне неподвижен, как уверял Лоренц. Значит, Земля в своем движении увлекает эфир за собой — вот почему невозможно заметить её движение. При таком предположении эфир из твёрдого тела превращался в какое-то желе, студень!

Пошли разговоры об эфирных хвостах, которые якобы все небесные тела тянут за собой при движении через эфирный студень: большие тела тащат большие хвосты; за малыми тянутся маленькие хвостики. Наверно, и в этом случае можно было бы придумать какой-то эксперимент по поимке эфира... Но такие опыты показались ненужными, ибо внимание физиков привлекла более чем странная гипотеза Фицджеральда — все тела при движении через эфир деформируются, меняя свои размеры, в том числе измерительные линейки, часы и приборы.

Из этой теории следовало, что движение тел через эфир нельзя обнаружить принципиально.

Учёные так привыкли к непостижимому характеру эфира, что эта гипотеза некоторым показалась не только правдоподобной, но даже доказывающей существование эфира. Раз эфир не допускает обнаружения движения тел сквозь себя, значит, он тем самым заявляет о себе! Такая уж это необычайная субстанция...

Историю с эфиром можно причислить к великим ошибкам. Он лихорадил воображение многих поколений учёных и вызвал к жизни новые, более правильные взгляды на мир.

То, что учёные мирились с явной нелепицей — средой с заведомо нереальными свойствами, только подчеркивает их человеческую беспомощность. Эта ситуация намекает на возможность компромиссов даже в такой строго логической области человеческой деятельности, как наука.

Выродок продолжает жить?

Казалось бы, после появления теории относительности Эйнштейна, которая без помощи эфира рассказала людям о космосе всё, что интересовало их в первой половине XX века, физики наших дней больше не вспомнят о нём. Каково же было мое удивление, когда недавно я вновь услышала об эфире, и не от неопытного в науке новичка, не от прожектёра, а от одного из серьёзных, интересных и дальновидных учёных, который создал ряд убедительных, бесспорных, новаторских работ.

Было это в Будапеште.

В каждой стране есть свой кумир. В Англии в наш период истории почитают Поля Дирака, предсказавшего антивещество; во Франции гордятся Луи де Бройлем, отцом волновой механики. В Японии первым лицом после императора считают Хидэки Юкаву, творца теории ядерных сил.

В Венгрии национальная гордость — академик Лайош Яноши.

Разумеется, это не означает, что другие венгерские физики хуже. Там много талантливых учёных. И Яноши выделяется не потому, что он самый главный, или потому, что ученикам случалось видеть его в двух галстуках и непарных ботинках. Не многие могут создать собственную трактовку теории относительности. А Яноши создал.

Десять лет жизни отдал Яноши труду под названием «Теория относительности, основанная на физической реальности». В ней он изложил свой взгляд на мир — особый взгляд, мало кем разделяемый.

Познакомившись с Яноши, мне, разумеется, захотелось услышать от него самого о тех новых критериях, которые он ввёл в науку. А услышала я... об абсолютном пространстве, об эфире — понятиях, казалось бы, уже изгнанных прогрессом науки.

— Изгнанных?! — удивился Яноши. — Это неверно.

Посмотрите первый том Собрания сочинений Эйнштейна. Физик уникального чутья и прозорливости, он и после создания общей теории относительности не боялся говорить об эфире как о носителе всех физических событий. Это помогало ему создать качественную и количественную модель мира. А в этой модели он искал нечто, что могло бы сцементировать воедино все то, что мы знаем о макро — и микромире.

Перечитываю труды Эйнштейна. В докладе, сделанном Эйнштейном 5 мая 1920 года в Лейденском университете по поводу избрания почётным профессором, он говорит, что специальная теория относительности не требует безусловного отрицания эфира.

«Можно принять существование эфира, не следует только заботиться о том, чтобы

приписывать ему определённое состояние движения».

Этим высказыванием Эйнштейн возвращает эфир в ту точку его истории, когда тот был признан Лоренцем неподвижным.

«Отрицать эфир, — продолжает Эйнштейн, — это, в конечном счете, значит принимать, что пустое пространство не имеет никаких физических свойств. С таким воззрением не соглашаются основные факты механики. Эфир общей теории относительности есть среда, сама по себе лишённая всех механических и математических свойств, но в то же время определяющая механические (и электромагнитные) процессы».

Чувствуете некоторую двусмысленность?

Но все-таки посмотрим, как эволюционировало отношение Эйнштейна, Первого физика нашей эпохи, к эфиру. Откроем одну из удивительнейших книг, когда-либо созданных человеком, — «Эволюцию физики», написанную Эйнштейном совместно с другом, польским физиком Инфельдом. С недоумением эти два замечательных мыслителя приходят к двойственному выводу: «... существует взаимодействие между эфиром и веществом в оптических явлениях, но никакого взаимодействия в механических явлениях! Это, конечно, очень парадоксальное заключение!»

Далее они пишут:

«В нашем кратком обзоре принципиальных идей физики мы встретили ряд нерешённых проблем, пришли к трудностям и препятствиям, которые обескуражили учёных в попытках сформулировать единое и последовательное воззрение на все явления внешнего мира».

Одна из «нерешённых проблем», «трудность», «препятствие» — это всё тот же эфир. учёные продолжают сердиться

Последние десятилетия жизни Эйнштейн тщетно пытался справиться с силами, властвующими над Вселенной, объединить их в единую теорию, объясняющую строение мира.

«Тогда, — мечтал он, — была бы достойно завершена эпоха теоретической физики... Сгладились бы противоречия между эфиром и материей, и вся физика стала бы замкнутой теорией».

Эйнштейн не осуществил мечты своей жизни. «После стольких неудач наступает момент, когда следует совершенно забыть об эфире и постараться никогда не упоминать о нём. Мы будем говорить: наше пространство обладает физическим свойством передавать волны — и тем самым избежим употребления слова, от которого решили отказаться».

Так Эйнштейн в вопросе об эфире пришёл, по существу, к тому же, что и Ньютон. Не нужно говорить об эфире, не нужно пытаться апеллировать к нему при решении научных вопросов. Но не следует формулировать прямого ответа на вопрос о существовании подобной среды, пока опыт не даст для ответа какой-нибудь определённой основы.

Эйнштейн пишет: «Нам пока ещё не ясно, какую роль новый эфир призван играть в картине мира будущего».

Этим признанием, созвучным отчаянию Ньютона: «Я не знаю, что такое этот эфир», Эйнштейн констатирует, что история эфира не завершена.

... Что такое этот, новый эфир? Неясно и сегодня. Вернее, иногда можно услышать ответ: «ясно». Но у разных учёных это разное «ясно».

Яноши ослушался Эйнштейна. Он упорно и напряжённо думал над загадочным, неуловимым образом, олицетворяющим плоть мира. Об этом думают и некоторые другие современные физики наперекор общепринятому отрицанию эфира. Во всяком случае, тем физикам, которые категорически отклоняют всякие разговоры об эфире, считая это в наше время криминалом, можно напомнить, что такой серьёзный физик, как нобелевский лауреат Чарльз Таунс, американский создатель мазеров — «атомных часов», не преминул использовать их — в 1960 году! — для попытки обнаружить эфирный ветер.

— Чтобы найти общий язык в такой сложной области, как философия физики, надо спорить, доказывать, критиковать, ведь только в споре рождается истина, — сказал в

заключение нашей беседы Яноши, пожалуй, самый нетипичный из физиков наших дней, позволяющий себе иметь на многие проблемы свою собственную, нестандартную точку зрения.

То, что Яноши вновь обращает свое внимание на эфир, означает, что проблема среды, носителя механических и оптических явлений, не исчерпана. Она, несомненно, будет занимать и будущих физиков. И это неизбежно. Проблема света доведена до удовлетворительного состояния современной квантовой электродинамикой. И нас уже не смущает двойственная природа света, заставляющая его проявлять себя в одних условиях в виде волн, в других — в виде частиц-фотонов, причём всё это без помощи эфира.

Однако с проблемой поля тяготения не всё обстоит так благополучно. Гравитационное поле существует. Его закономерности хорошо описываются общей теорией относительности, а поисками гравитационных волн или гравитонов — частиц гравитационного поля — занято немало физиков. Но таинственные гравитоны всё ещё не обнаружены.

Впрочем, решение может быть найдено и завтра, и даже сегодня... Вдруг фортуна улыбнется одному из начинающих физиков? Или маститому? Может быть...

Я не поняла во всех деталях картину мира, нарисованную венгерским учёным. Как выяснилось, не все физики понимают её. Во всяком случае, если нечто подобное высказываниям Яноши позволит себе на экзамене студент, двойка ему обеспечена.

Но когда о своих взглядах на мир писал и говорил физик масштаба Яноши, в яростный спор вовлекались корифеи современной науки. В нём участвовали академики Тамм, Скобельцын, Блохинцев. Но к взаимопониманию не пришли. Неспециалисту невозможно определить, кто прав в этом споре. Возможно, не пришло ещё время созреть решению. Слово — за будущими физиками. Проблема строения мира — одна из главных тем, над которой будут ломать себе голову и те, кто сегодня трудится на научном поприще, и те, кто ещё только учится в школе. Возможно, именно они поймут, в чём заблуждение Яноши, если он заблуждается; в чём он прав, если он прав. Допустим, он ошибается, вновь ища поддержки эфира, воскрешая ньютоново абсолютное пространство, по-своему перекраивая мир. Науке важнее другое: затраченные им усилия. Науке всегда были необходимы люди неординарного склада мышления, учёные, в которых природа заронила дар особого видения. Такие всегда оставляют заметный след в истории. Если не открытиями, то ошибками. Их дерзость будоражит воображение, воспитывает в молодых умах способность анализировать, критиковать, искать... По-настоящему новое в науку вносят дерзкие умы. Умы, не боящиеся идти против течения, не страшющиеся риска, не обращающие внимания на насмешки и непонимание.

Среди физиков много альпинистов и горнолыжников. Не потому ли, что в физику идут в основном те, кто не боится опасности?

Сомнения еретиков

Всем известно мнение философов о том, что познанию нет предела. Нет застывших истин, ничто из добытого людьми не лежит у нас в копилке мёртвым грузом — знания дополняются, пересматриваются, уточняются. Это можно проиллюстрировать судьбой такой великой теории, как теория относительности Эйнштейна. С самого возникновения её окутывала меняющаяся атмосфера. С ней произошло то же, что и со многими другими великими творениями человеческого духа. Вокруг них часто возникают как бы две противоборствующие стихии. Одни учёные стараются сохранить эти творения в первозданном виде, в неприкосновенности; другие рассматривают их как трамплин для нового скачка мысли.

Широко известно, что теория относительности Эйнштейна вначале многим показалась бредом. Даже в 1935 году, через два десятилетия после её рождения, профессор Чикагского университета известный физик Макмиллан говорил на лекциях своим студентам, что теория относительности — печальное недоразумение.

После признания теории крен пошёл в другую сторону — к каждому её положению стали относиться как к святыне, с благоговением, боясь что-то изменить или нарушить. И

каждого, кто пытался что-то додумать по-своему, считали чуть ли не еретиком.

Раз мы заговорили в этой главе об академике Яноши, следует сказать, что он как раз и является одним из «еретиков».

— Да, многие так говорят обо мне, — без улыбки подтверждает он. — Но это результат неполной информации о моих научных взглядах. Просто некоторые воображают, что мир ведёт себя так, как вытекает из придуманных нами законов. В действительности ему дела нет до наших фантазий! Верны лишь те законы, которые подтверждаются опытом. Надо контролировать теорию экспериментом. Без этого физика — сплошной идеализм. Ничто в наших трактовках окружающего мира не должно опираться на домыслы — только на опыт. Пример — теория относительности Эйнштейна. Она родилась из фактов. А потом начались кривотолки, словесный туман. Мы, его последователи, далеко не единодушны в своём понимании структуры мира...

И Яноши рассказал любопытную историю своих собственных сомнений по этому поводу, историю созревания своего «еретичества».

Создавая собственную концепцию строения мира, Яноши исходил не из теории относительности Эйнштейна, он оттолкнулся от знаменитых преобразований Лоренца, из которых вытекало, что размеры всех тел, например обычных линеек, зависят от их скорости. Чем больше скорость, тем короче линейка. Эти преобразования предсказывали также, что ход часов замедляется, если скорость их движения в пространстве возрастает. Эта позиция нам знакома, мы говорили о ней в связи с гипотезой Фицджеральда, которой соответствуют математические построения Лоренца.

Яноши возражал против интерпретации преобразований, данных самим Лоренцем, но в ещё большей мере он расходился с Эйнштейном.

Венгерский учёный предлагал свою собственную интерпретацию, а вместе с ней и свой подход к основам теории относительности, который он изложил в статье 1952 года.

Полемический итог этой публикации был воспринят большинством физиков так: все результаты теории относительности можно получить без теории относительности. Статья Яноши не вызвала резонанса в научной печати. Однако Яноши стремился к ясности. Он продолжил исследования и через шесть лет заново сформулировал свои аргументы, приняв во внимание результаты многочисленных обсуждений. Его статья «Дальнейшие соображения о физической интерпретации преобразований Лоренца» появляется в советском журнале «Успехи физических наук».

Некоторые выводы этой статьи показались редакционной коллегии сомнительными. Учитывая, что журнал читают не только физики, но и люди других специальностей, в том числе и студенты, не способные самостоятельно разобраться в содержании этой сложной статьи, редакционная коллегия попросила одного из наиболее авторитетных физиков-теоретиков академика И.Е. Тамма ознакомиться со статьей Яноши до её опубликования и, если нужно, прокомментировать её.

В замечаниях Тамма, опубликованных вместе с этой статьей, указано, что скептическое отношение Яноши к теории относительности привело его к ряду неправильных утверждений, ошибочность двух из них разъясняется читателям.

Замена теории относительности динамическим рассмотрением всех конкретных задач действительно приводит к тем же выводам о строении мира. Но это не может служить доводом против теории относительности. Справедливость этой теории в течение полувека подтверждалась при детальной опытной проверке всех её предсказаний.

Дружеская критика Тамма и других советских учёных заставила Яноши тщательно пересмотреть свои аргументы. Результат многолетних трудов суммирован в книге, о которой мы уже говорили. Книга вышла в 1971 году в Венгрии на английском языке. Впоследствии она была выпущена и в Японии.

Понимая особое место теории относительности в системе научного познания, Яноши опубликовал краткий очерк философских аспектов, лежащих в основе его монографии, в советском журнале «Вопросы философии». Статья, как и книга, называлась «Теория

относительности, основанная на физической реальности». Он пишет:

«Монография содержит оценку специальной и общей теории относительности. Математический формализм, который используется в ней, эквивалентен общепринятому, и при рассмотрении частных феноменов я прихожу там к хорошо известным и всеми признаваемым результатам. Тем не менее используемые мною понятия выводятся с помощью метода, отличного от принятых обычно в учебниках и исследовательских работах, посвящённых этой проблеме».

Если Яноши пришёл к тем же выводам, что и Эйнштейн, но другим путём, это лишний раз подтверждает правильность теории Эйнштейна.

Работа Яноши, мне кажется, вызвана не духом противоречия. А тем неудовлетворением, которое испытывают сегодня физики, не получая от теории прежней безотказной помощи при новых затруднениях. Период, когда теория относительности объяснила целый ряд неясностей, накопившихся в течение нескольких столетий, прошёл. Сейчас появились новые экспериментальные материалы, и теория относительности иногда задерживается с ответом.

Это отнюдь не значит, что она неверна. Но она уже требует расширения её рамок, универсализации одних положений и углубления других.

22 ноября 1972 года в Москве на сессии Академии наук СССР академик Я.Б. Зельдович докладывал свои соображения о природе «чёрных дыр» — удивительных, до сих пор до конца не объяснённых объектов, вероятно существующих в космосе. Он сказал: даже теория относительности Эйнштейна, раскрывшая так много тайн Вселенной, бессильна перед тайной «чёрных дыр». Это явление не укладывается ни в одну из современных теорий мироздания. Слово за будущими Эйнштейнами...

Слушая Зельдовича, физики не могли не вспомнить слова самого Эйнштейна: «В науке нет вечных теорий. Всегда происходит так, что некоторые факты, предсказанные теорией, опровергаются экспериментом. Всякая теория имеет свой период постепенного развития и триумфа, после которого она может испытать быстрый упадок».

Эйнштейн не имел здесь в виду теорий, неразрывно связанных с опытом. Такие теории, как, например, динамика Ньютона и теория относительности самого Эйнштейна, никогда не испытают упадка. Они могут быть только развиты и углублены. Неудовлетворённость прежними теориями, прежними взглядами на мир рождается из-за того, что каждое новое поколение знает о мире чуть больше, чем прежнее. Переоценка ценностей — естественный процесс эволюции научных взглядов. Он порождает «еретиков». И они всегда будут появляться в науке. Должны появляться, сигнализируя своим появлением о том, что строгость и требовательность учёных не угасают, что поиски истины для них важнее успокоенности, что они подстерегают недомолвки, ошибки, заблуждения, чтобы ликвидировать их.

«Наша задача — ошибаться как можно быстрее» — этими словами Дж. А. Уилера мы могли бы закончить главу о закономерности временных ошибочных гипотез; об естественности процесса переоценки научных ценностей;

о плодотворности появления в науке «еретиков» — кто же, как не они, найдут в прежних теориях слабые и спорные места и загорятся желанием найти новый, более надёжный путь к истинному знанию?

Но естественным заключением этой главы, пожалуй, является такая мысль: уже тысяча лет парадокс эфира существует, оставаясь до сих пор догадкой.

Надеюсь, что большинство читателей этой книги узнает, чем будет заменена древняя гипотеза.

ПРИСТРАСТΙΑ

— Что такое материя? — Спросил Наполеон

— Сцепление всего весомого обуславливается несцепляемым и невесомым. — Ответил Кант

Неистовый Марат

В 1780 году в Париже много говорили о замечательном событии — двух научных трудах, вышедших одновременно. Один был политико-юридический трактат «План уголовного законодательства». В нём мелькнула молния, за которой не мог не последовать гром: развивалась мысль о том, что законы созданы богатыми и в интересах богатых, что право владения вытекает из права жизни и что бедные имеют право на восстание против своих угнетателей.

Франция шла к революции, и этот труд привлёк внимание как бедных, мечтавших о ней, так и богатых, обладавших деньгами и властью и не желавших утратить всё это. Политики, рабочие, художники, юристы, учёные спорили и обсуждали «План», потому что идеи революции разделили людей на два лагеря.

Второй труд, хотя он был немного дальше от интересов большинства французов, тоже вызвал заметный резонанс. В то время были широко распространены идеи энциклопедистов, и каждый образованный человек хотел обладать как можно более широкими познаниями. К тому же вопрос, которому был посвящён этот труд, претендовал на разгадку природы теплоты, а это стало одной из центральных проблем науки.

Теплота действительно одно из самых главенствующих явлений природы, наиболее сильное, деятельное, вездесущее. Она царит всюду. Химик сталкивается с ней, производя и изучая различные реакции. Метеоролог наблюдает её в атмосферных явлениях. Механик видит в ней основного поставщика силы в паровых машинах. Она сопровождает электрические и магнитные явления. И хотя люди самых разных профессий бились над разгадкой широко известного явления, полным пониманием его никто в то время похвастаться не мог.

Пэр Франции Лаплас, пивовар Джоуль, писатель Вольтер, циркач, музыкант, физик Юнг, военный министр Румфорд уделяли внимание этой проблеме. Многие так увлеклись ею, что изменили свои жизненные планы.

Вот почему каждая работа, претендующая на новое слово в этой области, воспринималась как сенсация, как важнейшее событие не только в среде учёных.

В труде по физике, о котором так много говорили в Париже, впервые была разработана полная теория теплорода.

Революционный дух обеих статей не был случайностью. Их автором являлся один и тот же человек — практикующий в Париже врач, один из будущих лидеров французской буржуазной революции 1789 года Жан Поль Марат.

Якобинец, депутат Конвента, друг Робеспьера, Друг народа, как называли Марата трудящиеся Франции, был разносторонней личностью. Он родился в семье преподавателя иностранных языков и в молодости изучал новые и древние языки, что дало ему возможность читать в подлиннике произведения античных авторов. Шестнадцати лет Марат ушёл из дому и пустился странствовать по свету. Получив широкое образование, он стал философом, публицистом, филологом, врачом, физиком. Писал научные труды, памфлеты и эссе, лечил, спорил, пропагандировал бунтарские идеи, призывал к восстанию.

Если бегло полистать страницы жизни этого неистового человека, мы узнаем историю судьбы, полной лишений, скитаний, преследований. Мы поймём, что Марат жил такой напряжённой жизнью, что его грешно обвинять в том, что теория теплоты оказалась незрелой, непродуманной, неубедительной. Она явилась, как видно, результатом недостаточного углубления в суть вопроса.

Марат действительно первым создал полную теорию теплорода. Но... сам теплород был накануне изгнания со сцены науки. Современники и даже соотечественники Марата уже разрабатывали теории более зрелые, близкие к истинному пониманию природы теплоты.

За истину надо бороться. Марат выбрал борьбу за истину социальную, за равноправие. Ясно, что в бурный период подготовки, свершения и защиты революции Марат не мог по-

настоящему заниматься наукой. В 1789 году он поглощён изданием революционной газеты «Друг народа», в 1790-м становится членом Клуба кордельеров — много выступает, пишет статьи с требованием низвержения Людовика XVI и ареста королевских министров. После разгрома типографии «Друга народа» монархистами Марат долго болеет, скрывается. Роковой 1793 год — он предан жирондистами, над ним свершается суд Революционного трибунала. Спасённый народом, он снова отдаётся служению Конвенту, участвует в ниспровержении Жиронды и способствует установлению якобинской диктатуры. И наконец — 13 июля 1793 года — трагическая гибель в возрасте пятидесяти лет от кинжала Шарлотты Корде. Какой же отрезок жизни Марат мог отдать проблеме теплоты?

1773 год. Марату тридцать лет, он издаёт двухтомное сочинение «Философский опыт о человеке».

1774 год. Он издаёт памфлет «Цепи рабства», выдающееся политическое произведение, направленное против абсолютизма, в защиту революционной диктатуры. Всё это — ещё не физика.

Только где-то позднее Марат размышляет над загадкой теплоты. Но не позже 1780 года. Потому что вышедшая в этом году статья явилась завершением, а не началом исследований Марата в области теплоты. И потому, что после восьмидесятого года научные интересы Марата принимают новое направление — об этом речь впереди. Но и в эти несколько лет — между 74-м и 80-м годами — он посвящает теплороду лишь часть своего времени, ибо в 1776 году переезжает в Париж и интенсивно занимается медицинской практикой.

Замечательно, что дореволюционная — недолгая, нерегулярная, непрофессиональная — научная работа получила тем не менее высокую оценку. Шотландский университет в 1775 году, когда Марату исполнилось 32 года, присваивает ему звание доктора медицины, а Дижонская и Руанская академии присуждают ему премии за ряд работ по физике.

Конечно, ценой такой небольшой дозы времени, усилий, раздумий невозможно было решить вопрос, над которым до Марата думали, и без особого успеха, многие великие умы: Аристотель и Роджер Бэкон, Кеплер и Эйлер, Декарт, Ньютон, Галилей...

Учёные давно бились над разгадкой тайны теплоты. Они установили ряд фактов, но не смогли достичь понимания природы тепловых явлений... То побеждало предположение, что теплота связана с особым веществом — теплородом, своеобразным флюидом, рассеянным по всей природе. То учёные склонялись к мысли, что теплота — это состояние тела. Но все эти мнения были чисто умозрительными, а само понятие теплоты — расплывчатым, неопределённым. Одни отождествляли теплоту с огнём, поэтому часто путали теплород с флогистоном, столь же гипотетической огневой жидкостью. Другие считали источником теплоты огонь — это мнение восходило к давним временам, когда философы ионийской школы объявили огонь одним из основных элементов, составляющих природу, её первоосновой.

Самой долговечной и устойчивой оказалась вера в теплород, жидкость, способную переливаться из одного тела в другое и превращать твёрдые тела в жидкие, жидкие —

в газообразные. В старых научных трудах можно встретить равенства типа: лед + теплород = вода. Вода + теплород = водяной пар.

Мысль о том, что нагревание связано с добавлением какой-то жидкости, заполняющей пространство между частицами тела, находила подтверждение в повседневности. Например: циркач соскальзывает по канату, и канат от трения нагревается — ясно, что ноги сжимают канат и выдавливают из промежутков между его атомами теплород, словно воду из мокрой тряпки. Удобное, наглядное, правдоподобное объяснение. Поэтому-то теплород держался в науке вплоть до начала XIX века, даже после того, как были поставлены убедительные опыты, опровергающие эту теорию. Такая ситуация не исключительна в науке. Скорее, типична. Учёным трудно расставаться со своими пристрастиями, с точкой зрения, в которую они уверовали. Нелегко рассыпать логическую схему аргументов и доказательств, в которую они вжились.

Кроме того, простое объяснение всегда предпочтительнее сложного, пусть строжайшим образом обоснованного. Это своеобразный закон простоты. Недаром в науке всегда ценится самое простое решение. Конечно, оно должно быть ещё и истинным.

Мы начали эту историю с того момента, когда Марат, выбрав концепцию теплорода из всего набора прежних гипотез и опираясь на свои опыты, которые убедили его в том, что нагретые тела тяжелее холодных, облёк свои выводы в законченную, как ему казалось, неувязимую форму научной теории.

Если бы Марат проявил больше экспериментального искусства, терпения, осмотрительности! Он мог бы, должен был бы прийти к иному выводу. Это сделал Румфорд и своими опытами доказал, что Марат ошибается: вес тел при нагревании ничуть не меняется. Румфорд ещё не имел основания «отменить» теплород, но получил право на сомнение. Если теплород и существует в природе и принимает участие в превращении состояния тел, то это вещество без веса — сделал осторожный вывод Румфорд.

Это был один из первых робких выпадов против теплорода.

Кинжал и гильотина обрывают спор

В том же 1780 году, когда Марат вынес свою теорию теплорода на суд общественности, два его соотечественника сделали куда более решительный шаг к истине, предположив, что «теплота — это *vis viva* (живая сила), происходящая из-за неощутимого движения молекул тела».

Эти два соперника Марата (не только научные, но и политические), исследователи огромного дарования, сыграли важнейшую роль не только в низвержении гипотезы теплорода, но и в истории своей страны и мировой науки.

Находившийся в командировке в Париже в 1781 году русский академик астроном Лексель в письме своему другу, секретарю Петербургской академии наук Эйлеру дал их любопытные словесные портреты.

Об одном из них, старшем, он пишет: «... молодой человек очень приятной наружности, прекрасный и трудолюбивый химик. У него красивая жена, любительница литературы и председательница на собраниях академиков, когда они пьют чай после академических заседаний...»

Через тринадцать лет этому приятному молодому человеку, члену Французской академии наук, отрубят голову как врагу народа, но он успеет прославить родину своими «Физико-химическими этюдами», «Трактатом о теплоте»; ниспровержением флогистона, установлением закона сохранения масс, химической формулы воды, основ теории горения, созданием новой химии, основанной на понятии химических элементов, и его имя — Лавуазье — история поставит рядом с именами Ломоносова и Дальтона.

О другом Лексель пишет так: «Он автор прекрасных, замечательных произведений и сам это слишком хорошо знает, имеет он также познания и в других науках, но мне кажется, что он ими злоупотребляет, желая решать всё в академии. К тому же он очень упрям. Его желчное, порой отвратительное настроение происходит, быть может, от чрезмерной бедности...» Это — о крестьянском сыне и будущем маркизе, графе империи, пэре Франции и министре внутренних дел, члене Сената, члене Французской академии наук и всех академий Европы. Это — об авторе гениальной «Небесной механики», где изложена одна из первых (вслед за Кантом) космологических гипотез; учёном, занимавшемся теорией приливов и отливов, исследовавшем устойчивость Солнечной системы, измерившем ускорение Луны, рассчитавшем движение спутников Юпитера, авторе «Опыта философии теории вероятностей» — о Лапласе.

Эти два учёных со столь обширными и полярными интересами объединились в борьбе против теплорода.

Vis viva, живая сила, увы, тоже оказалась одной из ошибок науки, но это уже было ближе к истине. Считая теплоту результатом движения молекул и называя её живой силой, Лавуазье и Лаплас предложили её количественное определение как суммы произведений масс всех молекул тела на квадрат их скорости.

Они конструируют прибор для определения степени нагревания, калориметр, и в результате серии экспериментов находят очень точный для их времени метод измерения линейного коэффициента расширения твёрдых тел при нагревании. Это важный шаг, так как ещё не очень ясна связь между теплотой тела и его температурой. Ведь раньше температура и теплота вообще не различались. В XVII веке даже не возникало сомнения в тождественности этих понятий. Считалось, что термометры измеряют абсолютное количество теплоты. Кстати, и по сей день начинающие изучать физику не сразу чувствуют отличие понятий температуры и теплоты. Трудность усвоения этого различия — отголосок исторической ситуации. Она напоминает о том, что вопрос этот очень сложен. То, что сегодня трудно понять студенту, раньше с трудом давалось маститым учёным, которые не изучали, а впервые постигали природу теплоты.

Лавуазье ведёт исследования процессов горения. Он пытается установить механизм горения и его связь с повышением температуры тела. Он ставит остроумно задуманный опыт. Помещает в замкнутом сосуде алмаз и нагревает его с помощью солнечных лучей, сфокусированных специально изготовленной линзой. Чтобы сжечь алмаз, нужно получить мощный узкий луч света, и Лавуазье трудится над невиданной линзой: её диаметр достигал 33 дюймов, более трёх четвертей метра, что было рекордом для того времени.

Сначала Лавуазье со всей тщательностью откачал из сосуда воздух. Потом попытался лучом сжечь алмаз. Но в безвоздушной среде алмаз не сгорал, как долго ни продолжалось накаливание. Правда, при этом он постепенно терял свою благородную прозрачность и темнел. Когда после окончания опыта Лавуазье вынул из сосуда тёмное вещество, в которое превратился алмаз, то обнаружил, что оно не сохранило и несравненной твёрдости алмаза.

Тогда Лавуазье заполнил сосуд воздухом и поместил туда новый алмаз. Под лучом солнца алмаз сгорел. После остывания оказалось, что давление воздуха в сосуде уменьшилось и в нём появился новый газ. Это был углекислый газ.

Так Лавуазье доказал, что для горения нужен не флогистон, а «субстанция, извлеченная из атмосферного воздуха». Этот опыт был поставлен в 1772 году, а через два года два других химика — англичанин Пристли и швед Шееле — почти одновременно открыли газ, который называли «дефлогистрованным воздухом». Так люди узнали о кислороде.

Теория горения, окончательное ниспровержение флогистона — всё это Лавуазье изложил в своём замечательном труде «Физико-химические этюды» и продолжил в «Трактате о теплоте» совместно с Лапласом. Этот труд вышел в 1777 году, за три года до обнаружения Маратом его теории теплорода.

За эти годы Лавуазье и Лаплас высказывают мнение о существовании особого вида энергии — химической энергии, — мысль для их времени безумная или гениальная. Они исходили из аналогии между живым организмом и печью и утверждали, что человек «сжигает» свою пищу в кислороде, получая столько же тепла, как если бы ту же пищу сжигали в печи. В результате этого процесса выделяется тепло, необходимое для жизнедеятельности организма.

Лаплас и Лавуазье предложили и метод экспериментальной проверки своей догадки. Если верно, что пища, соединяясь с кислородом, в процессе сгорания образует воду и углекислый газ, можно измерить количество вдыхаемого человеком кислорода или выдыхаемого углекислого газа и определить количество сожженной пищи.

Этот опыт поставил в 1779 году Кроуфорд, правда,

не на человеке, а на морской свинке. Покормив её, он измерил её теплоотдачу. Потом затопил печь углем. Отпустив ей то же количество кислорода, он убедился, что печь даёт столько же тепла, что и свинка.

Эти опыты были так эффектны, что они повторялись множество раз, со всё более высокой точностью — результаты совпадали до 1 процента — иллюстрируя ненужность такого пособия в делах горения, как теплород.

... Обсуждали ли Марат, Лавуазье и Лаплас свои точки зрения? Наверно, личный контакт помог бы им разобраться в противоречиях, обострил бы мышление, мобилизовал

внимание.

Столкновение мнений — очень острый момент в процессе научного творчества. Нередко в научный спор вмешиваются привходящие обстоятельства, личные склонности, политические убеждения, особенности характера — всё вплетается в спор и влияет на его исход. Конфликт мнений возможен и при интерпретации работ уже ушедших из жизни учёных, и история знает немало случаев злоупотреблений и искажений, допущенных из-за того, что один из партнёров уже не может отстоять свою позицию.

Но когда все участники дискуссии живы, подданные одной страны, жители одного города, — что может помешать им обменяться мнениями? Совместно обдуманное и поставленное опыты... Тщательно проверенные результаты... их сравнение, интерпретация — всё это, несомненно, помогло бы выяснить, кто прав и чья идея ближе к истине...

Но до 1780 года, когда Марат, по существу, подвёл итог своим исследованиям в области теплоты, они не общались. И Марат, владевший математикой несравненно хуже, чем Лаплас и Лавуазье, чисто психологически склонялся к наглядной теории теплорода, соответствовавшей всему опыту, накопленному к этому времени наукой и подкреплённому его собственными экспериментами. Конечно, трудно предположить, что Марат не был знаком с механическими теориями теплоты, сводившими тепло к движению незримых частиц. Но эти теории должны были казаться ему, реалисту, слишком умозрительными, связанными с жизнью непрочными узами математики, от которой он был весьма далёк.

Что же мешало Марату, Лавуазье и Лапласу найти общий язык впоследствии, когда они встретились на общественном поприще? Ведь у них не только общие научные интересы, но и в революции они на одной стороне баррикады. Это правда, но не полная правда.

Как политические деятели эти три выдающихся человека единомысленны только в начале революции. Позже их политические убеждения расходятся. Марат — неистовый революционер. Он — за углубление, за непрерывность борьбы. «Он не считал революцию завершённой, а хотел, чтобы она была объявлена непрерывной», — писали Маркс и Энгельс.

Лавуазье же, Лаплас и многие другие учёные хотели её скорейшего завершения.

Несмотря на различие политических позиций, судьбы Марата и Лавуазье схожи: оба погибли в ходе революции. Неистовый революционер Марат пал от кинжала аристократки. Осторожный Лавуазье был казнён как противник революции.

Лишь Лаплас, который был моложе однолеток Марата и Лавуазье на шесть лет и дожил до 78-летнего возраста, смог полностью проявить свои возможности. Он стал эпохой французской науки послереволюционного периода, эпохой мировой науки. Но его интересы так обширны, что работы в области теплоты лишь небольшая, не самая важная их часть.

Флюиды, месмеризм и смутные предчувствия

Не только смерть помешала Марату и Лавуазье найти общий язык. Их научные интересы, встретившись ненадолго, разошлись. Марат, опубликовав работу по теории теплорода, уже через три года пишет другу о новом увлечении — на сей раз электрическими флюидами.

Электрические флюиды или жидкости были сродни теплорода, их наличием в телах пытались в то время объяснить электрические явления. Оба флюида входили в число «невесомых» материй, о которых речь впереди.

О подробностях своих занятий Марат не пишет, зато с восторгом рассуждает о перспективах электрических методов лечения. Он говорит о намерении «заняться электричеством в области медицины, наукой, которая так сильно интересует общество». Он критикует премированную работу аббата Бертелона, который «выдаёт электричество за универсальное средство от всех болезней», и пишет о своей работе, получившей премию Руанской академии, предложившей конкретную тему: «Определить степень и условия, при которых можно рассчитывать на электричество в лечении болезней».

Этот интерес возник у Марата не случайно. Во всём мире всеобщее внимание возбуждали идеи французских материалистов о материальности психических процессов.

Физиологи, химики, физики, врачи старались постигнуть суть не только таких

жизненных процессов, как кровообращение, пищеварение, дыхание. Научная мысль уже работала над раскрытием физической природы ощущений. Правда, каждое открытие на стыке живой и неживой природы ещё пугало самих учёных и воспринималось как проявление чуда, мистики, как намёк на таинственного посредника где-то «за сценой».

Когда итальянец Гальвани подключил в электрическую схему мёртвую лягушку и её лапка задергалась под влиянием электрического разряда, об этом событии обыватели судачили с ужасом. Не много понимал поначалу и Гальвани, воспринимая всё как случайность.

Но с исторической точки зрения это уже не было неожиданностью.

Гальвани приступил к своему опыту тогда, когда даже в светских гостиных обсуждали различного рода флюиды, драматический шёпот ясновидцев повествовал о «животных эссенциях», которые, протекая по нервам, переносят ощущения к мозгу и вызывают сокращение мышц.

Историк науки Льюис, характеризуя атмосферу того века, пишет о странной смеси материализма и мистики, дерзости и суеверий. «На фоне этого океана необоснованных гипотез, путаных идей, ошибочных аналогий, смутных предчувствий начались исследования Луиджи Гальвани».

Много толков вызвали работы американского физика Франклина, целью которых было установить не только природу молнии, но и влияние её на живые организмы. В результате опытов родилось убеждение, что существует связь электрических явлений с живой природой.

В поведении электрических скатов, угрей, сомов учёные угадывали примеры связи электрических явлений с биологией, с психикой.

Естественно, врачи и физиологи с надеждой обратили внимание на электрические методы лечения. Опыты Марата по лечению электричеством заинтересовали Франклина, Лавуазье и многих других учёных и врачей.

Расхождения с Лавуазье и Лапласом по поводу взглядов на природу теплоты отошли у Марата на второй план. В своем письме к другу Марат, описывая новый метод наблюдения в тёмной комнате «материи огня и электричества», жалуется на невнимание к своей работе Академии наук, которая не нашла нужным проверить его опыты. (Значит ли это, что члены Французской академии наук не приняли всерьёз и работы Марата по теплороду?)

Марату явно не везет с выбором научных тем. В его новое увлечение электрическими методами лечения вплетается досадное обстоятельство, которое дискредитирует выбранное Маратом научное направление. В его работах чувствуется вера в психические флюиды. А с этим академия уже имела дело, рассматривая деятельность модного врача Месмера. Он ловко использовал новые теории об электрических, магнитных и других флюидах и объявил об открытии по примеру животного электричества «животного магнетизма».

«Животный магнетизм, — уверял Месмер, — может переноситься без помощи тел и отражаться, как свет». Месмер предлагал свой метод лечения как универсальное средство от всех болезней, объявлял себя спасителем рода человеческого, устраивал сеансы «месмеризма», собирал кучу денег от восторженных почитателей.

20 000 франков — вот размер пожизненной пенсии, которую назначил ему одуроченный властелин Франции.

Разоблачением «месмеризма» занялась Академия наук. Была создана комиссия (в её составе был и Лавуазье). Обследовав вопрос, комиссия дала уклончивый ответ. Не отвергая возможности «животного магнетизма» (ведь такая гипотеза не противоречила, а, наоборот, была в духе мировоззрения этого времени, созвучна тенденции материализовать психические процессы), комиссия писала в своём отчёте, что не обнаружила неизменного, то есть воспроизводимого действия флюидов в проверенных ею фактах. Академики не отважились прямо назвать месмеризм жульничеством.

Но работы по психическим флюидам перестали афишировать. Так Марат со своим увлечением электрическими флюидами попал в сомнительную компанию приверженцев

разного рода невесомых субстанций.

И всё-таки Марат не жертва обстоятельств. Он сам был повинен в своих заблуждениях и неудачах. Не он один был в плену ложных представлений. И Гальвани верил поначалу во флюиды, но преодолел этот этап с честью — создал новую главу в науке о физиологическом электричестве. Вольта начинал с признания флюидов, а кончил эпохальным открытием — создал первую электрическую батарею, которая «действует непрерывно, то есть заряд после каждого разряда восстанавливается сам собой, одним словом, — писал он, — этот прибор создаёт неуничтожаемый заряд, даёт непрерывный импульс электрического флюида».

Потрясение от изобретения искусственного «электрического органа», сходного с электрическим органом у ската, многие физики склонны сравнивать с впечатлением от создания через 142 года атомного котла.

Гальвани и Вольта — пример учёных, наделённых удивительной, безошибочной интуицией. При ложной исходной позиции они пришли к истинным результатам.

Лаплас и Лавуазье также не избегли увлечения магнитными и электрическими флюидами. Вместе с Вольтой они в 1782 году проделывают — сначала в Париже, потом в Лондоне — опыты по получению электричества, которое возникает, по словам Вольты, «от простого испарения воды и различных химических реакций». Этими опытами они вторглись ещё в одну неизведанную, полную загадок область науки — метеорологию. Она тоже была пронизана предчувствиями, пристрастиями. Процессы испарения и конденсации воды, то, что сегодня для учёных открытая книга, в ту пору были тайной. Учёные не стыдились верить в то, что роса падает со звёзд или поднимается от земли и опадает на листьях, что за подобные явления ответствен особый флюид, нечто среднее между эфиром и теплородом — тепловой эфир.

Лавуазье, Лаплас и Вольта, исследуя процессы испарения, конденсации, электризации воды, видят в этом не мистику, а новый облик событий: связь электрических, химических и тепловых явлений. Они выходят — каждый в своей области — на дорогу нового мировоззрения.

Вольта и Гальвани, как мы уже знаем, начинают новую эру в электричестве. Лавуазье приходит к совершенно новому пониманию основ химии.

Произведя анализ и синтез воды, исследовав состав воздуха, Лавуазье опроверг старый взгляд на первичную структуру Вселенной. Нет, в основе природы лежат не «начала» — вода, воздух, огонь, — неделимые первовещества. Вода, воздух и другие газы, считавшиеся раньше «чистыми» веществами, — это сложные соединения. Лавуазье и другие химики ввели понятие химических элементов. Соединяясь между собой, эти элементы создают всё многообразие веществ Вселенной.

Так был открыт новый период в истории химии, начавшийся ещё с предчувствий Ломоносова, продолженный Лавуазье и Дальтоном, введшим в науку важнейшее понятие атомного веса, период, завершившийся гениальным творением Менделеева — Периодической системой химических элементов.

Пушки кипятят воду

Заблуждение Марата не может быть объяснено уровнем знаний в его время — скорее, недостатком интуиции. Революционер, беспощадно боровшийся с реакционерами в политике, оказался рутинёром в исследовании. Его теория теплорода вела науку обратно к схоластическим построениям натурфилософии, вела в то время, когда большинство физиков стремилось покончить с «невесомыми», в частности с теплородом. Теория теплорода сыграла роль первого камня, упавшего с высокой горы и повлекшего за собой лавину: возбудила волны, смывшие древний лёд флюидов, державших науку в длительной спячке средневековья.

— Теплород — жидкость? — вопрошал с трибуны Дэви, популярный химик, блестящий оратор, славившийся своими дерзкими, крамольными, не принятыми в его время научными взглядами. — Но почему в таком случае эта «жидкость» не ведёт себя в экспериментах так, как полагается вести себя всякой порядочной жидкости?

И он обвинял защитников теплорода в том, что они «ставят не на ту лошадь».

Когда Дэви слышал об опытах, якобы обнаруживших теплород, электрические или магнитные жидкости, то называл это шаманством и архаизмом. Молодёжь ломилась на его лекции. Этот англичанин, сын резчика по дереву, открыватель «веселящего газа», как называли поначалу закись азота, увлёт своими блестящими лекциями не одну быстро воспламеняющуюся голову.

Однажды его услышал молодой переплётчик Фарадей, который так захотел стать химиком, что решил для начала сделаться слугой Дэви.

Фарадей пойдёт дальше учителя, дальше своего века. Он приблизится в понимании теплоты, электричества, магнетизма к позиции Лапласа, Эйнштейна, почувствовав в разнообразных явлениях природы единую сущность. Но к этому он придёт значительно позже, когда термодинамика накопит достаточно информации.

А пока, в молодые годы, он, восхищаясь Дэви, его бунтарством, с восторгом учился у него и помогал в самый трудный, начальный период борьбы с теплородом.

Дэви не только учил, он и созидал. Он отваживался на неожиданные толкования природы теплоты. Он выдвинул теорию, которая теперь называется кинетической теорией тепла. Колебательное и вращательное движение частиц вещества — вот причина повышения его температуры, учил Дэви.

Он прославился не только как автор этой революционной теории, но как смелый экспериментатор, объединивший возможности химии и физики, этих двух важнейших путей познания природы.

Окончательной победы кинетической теории теплоты Дэви не дождался. Быстро отгорев, он странным образом завершил свои дни. Опубликовав в 1806 и 1807 годах знаменитые лекции, создавшие ему славу величайшего химика Европы, и получив в 1812 году титул барона, он сошёл с высот науки до уровня завсегдатаев светских гостиных. Его голоса уже не слышат в студенческих аудиториях, под научными статьями никто не видит его имени. Дэви — в плену «света» и своей богатой жены. В сопровождении жены и Фарадея он отправляется в длительное путешествие по Европе. Несколько лет о нём ничего не известно — он угасает. Вдруг слава ненадолго вновь осеняет Дэви светом лампы, которую он изобретает для углекислоты по заказу рудничной компании. Но затем, вплоть до кончины — 28 мая 1829 года, — он как учёный больше не существует.

Однако мысль толковать теплоту как форму энергии была высказана, подхвачена, и отмахнуться от неё уже невозможно.

Но что значит мысль без доказательства?

Решительное слово в развитии нового взгляда на теплоту принадлежит человеку, необычайная жизнь которого, трудолюбие, широта интересов сделали его активным действующим лицом в борьбе с теплородом.

... Румфорд уже был Румфордом, когда молодой Дэви поступил в руководимый им институт — Королевский лондонский институт — на амплуа профессора химии. Прошло уже много лет с тех пор, как некий Бенжамен Томпсон, противник борьбы за независимость, бежав из Америки, обосновался в Европе. Немало лет прошло и с тех пор, как, поступив на службу к баварскому курфюрсту, Томпсон проявил столько разнообразных талантов, что получил от Карла Теодора пост военного министра и титул графа Румфорда — в честь города в Нью-Гэмпшире, где он родился. За плечами у Румфорда была реорганизация немецкой армии, основание многих мануфактур, разработка проектов экономического городского отопления. Его разносторонние таланты принимали иной раз «заземлённый» характер, и он увлекался составлением рациональной диеты, конструированием таких оригинальных очагов и печей, что стал знаменитостью в этой области. Он был занимательным человеком, галантным кавалером и, когда в 1803 году попал в Париж, пленил вдову Лавуазье и женился на ней. Ещё в бытность в Баварии он обдумал и осуществил ставший знаменитым опыт с оружейными стволами, нанёсший чувствительный удар теории теплорода. В 1778 году он провёл ряд опытов над силой пороха и заметил, что пушечный

ствол от холостых выстрелов нагревается сильнее, чем от выстрелов снарядами, хотя следовало бы ожидать обратное: ведь при стрельбе снарядами горячий газ дольше остаётся в соприкосновении со стенками орудия, и если верить, что именно теплород переносит тепло, то в таком случае большее его количество успеет перетечь в ствол.

Опыт вступил в противоречие с теорией теплорода,

и если бы Румфорд продолжил исследования в этом направлении, может быть, история термодинамики пошла бы в ином ритме. Но Румфорд в то время не закончил задуманный цикл экспериментов, а продолжил их лишь через двадцать лет.

Надо сказать, что, несмотря на столь разные увлечения, отклонения в сторону, доминирующей страстью Румфорда была проблема теплоты. И упоминание о его занятиях вопросами кухни и пищи не случайно. Именно с их помощью Румфорд внёс в науку о теплоте важное наблюдение. Считалось, что жидкости проводят тепло лучше, чем твёрдые тела. Румфорд, наблюдая, как остывает густая пища, объявил о своём несогласии с этой точкой зрения. Поставив ряд экспериментов, он возбудил такой активный спор о процессах теплопроводности в различных веществах, что это вылилось в образование новой ветви науки о теплоте.

Его опыты всегда отличались простотой и связью с обычной жизнью, что не могло не шокировать кабинетных учёных. Так неожиданно и непосредственно, прямо на военном полигоне, Румфорд провёл и свой главный, простой и гениальный эксперимент, вошедший во все учебники физики. Наблюдая за сверлением стволов бронзовых пушек, Румфорд измерял количество выделяющегося при этом тепла. Он обнаружил, что тупое сверло хотя и плохо режет металл, но даёт много тепла. Пока лошади приводили в движение это сверло, можно было успеть вскипятить воду в котлах, установленных на пушках. Румфорд решил, что тепло будет выделяться безгранично долго, во всяком случае до тех пор, пока лошади, вращающие сверло, способны продолжать работу. Если бы здесь была замешана теплородная жидкость, она должна была бы давно иссякнуть.

С современной точки зрения этого наблюдения было бы достаточно для ниспровержения гипотезы теплорода: тепло получается в результате механической энергии, работа, совершаемая лошадьми, превращается в тепло.

Но в то время, когда гипотеза теплорода была привычной, требовались и другие аргументы.

Румфорд нашёл один из них, измерив теплоёмкость стружек, и установил, что она такого же порядка, как теплоёмкость сплошного металла.

Вывод был один: твёрдая, цельная пушка предоставляла теплороду столько же места, сколько и разрозненные мелкие стружки! Что могли возразить приверженцы теплорода?

Тени управляют миром

Они ничего возразить не могли, но тем не менее вера в теплород продолжала жить и после убедительных опытов Румфорда, продемонстрировавших получение тепловой энергии из механической. Вера в тепловую жидкость продолжала жить и после виртуозных опытов Джоуля, учёного-любителя, которого загадка теплоты вырвала из привычного круга дел, и он, променяв пивоварню на научную лабораторию, поставил целью жизни доказать, что теплота — это форма энергии.

Он был настолько поглощён загадкой теплоты, что даже во время медового месяца, который он проводил с молодой женой в Швейцарии, где много водопадов, задумал провести серию экспериментов. Водопады были ему полезны тем, что сами перемешивали воду в больших резервуарах.

Джоуль начинал день с того, что обходил водопады и измерял разность температур между их верхним и нижним уровнем, и мучил себя вопросами: какова зависимость между высотой водопада, энергией падающей воды и повышением её температуры вниз? Зависит ли повышение от массы воды, в какой день лучше проводить измерения — в ветренный или безветренный? И, убедившись, что это надо делать в безветренный день, задавался новыми вопросами: чем плох ветренный день, почему даже в тихий день предсказанную разность

температур дают не все водопады и почему некоторые типы водопадов вообще не создают разности температур?

Работам по теплоте Джоуль посвятил сорок лет. В честь его заслуг в этой области имя Джоуля присвоено единице энергии. Он достиг цели жизни — многое узнал о тайнах теплоты. Но пристрастие к теплороду уцелело и после опытов Джоуля и других многочисленных экспериментов Майера, Фавра, Хирна, Вебера, Зильбермана, Ленца — всех тех, кто перекачивал один вид энергии в другой: механическую в тепловую, тепловую в механическую, химическую в тепловую или сначала в электрическую, а потом в тепловую, — иллюстрируя, что все эти виды энергии лишь разновидность одной, универсальной и неуничтожимой.

Популярный в XIX веке немецкий историк науки Розенбергер пишет: «Эти удивительные опыты никем не были опровергнуты, но тем не менее были забыты!» Как же объяснить этот странный, бескровный поединок науки с пристрастиями и косностью человеческого мышления?

Мода, хотя и временный, но закон. Он диктует свою волю целым поколениям. Так, на переломе XVIII–XIX веков в науке царила мода на «невесомые». Таинственная, неуловимая материя — теплород, эфир, электрическая и магнитная жидкости — была у всех на устах. Ничто так не подогревает интерес, как таинственность, противоречивость, неопределённость. А в области невесомых таинственности и неопределённости было хоть отбавляй. Интерес подогревался постоянными столкновениями между теми, кто добывал новые факты, — экспериментаторами, и теми, кто истолковывал факты, — философами. Многие философы прославились своими умозрительными построениями, буквально умственными замками, возведёнными на фундаменте невесомых.

Философы, физики, поэты спорили о тенях, правящих миром. Проблемой невесомых был озабочен даже Наполеон Бонапарт. Когда на приёме Наполеону представили философа Якоби, император задал ему только один вопрос:

— *Qu'est ce que la matiere?* (Что такое материя?)

Его так интересует этот вопрос, что, узнав о работах Вольты в области электрических флюидов, он приглашает итальянского учёного в Париж. 11 февраля X года (1801 год) во Французском институте Вольта демонстрирует свои опыты, и Наполеон, оставив государственные дела, присутствует на заседании. Вольта пишет брату: «Я сам... поражаюсь тому, что мои старые и новые открытия... вызвали столько энтузиазма. Оценивая их беспристрастно, я сам тоже вижу в них всё же некоторую ценность: они проливают новый свет на теорию электричества; открывают новые пути для химических исследований... Уже более года все газеты Германии, Франции и Англии полны сообщениями об этом. В Париже же они, можно сказать, вызвали фурор, потому что здесь к ним, как и к прочему, примешивается крик моды...»

... 18 сентября 1820 года Ампер провёл свой знаменитый эксперимент по взаимодействию проводников, обтекаемых электрическим током.

Сегодня даже школьники не очень-то удивляются, наблюдая, как два параллельных куска провода, по которым пропущен электрический ток, то притягиваются, то отталкиваются. Ясно, что в одном из проводов изменилось направление электрического тока.

Но когда Ампер произвёл этот опыт впервые, то присутствовавшие на заседании Французской академии наук были под большим впечатлением от непонятных движений электрических проводов. История передаёт, что Лаплас, усомнившись в увиденном, придирчиво допрашивал ассистента, помогавшего при опыте:

— А не вы ли, молодой человек, подталкивали провод?

Но, как всегда, были и такие учёные, которые не хотели видеть в опытах Ампера ничего нового. Один из них сказал ему:

— Ну что же, собственно, нового в том, что вы нам показали? Само собой ясно, что, если два тока оказывают действие на магнитную стрелку, они должны действовать и друг на друга.

Ампер не нашёл что ответить. Присутствовавший при этом Араго вынул из кармана два ключа и сказал:

— Каждый из них тоже действует на магнитную стрелку, однако же они не действуют друг на друга.

Опыт Ампера развенчал магнитную жидкость, которой объясняли магнитные явления, и с тех пор авторитет невесомых начал заметно падать. Закатилась звезда и тепловой жидкости. Зрело понимание того, что природа — материальна, что энергия — форма существования материи, что есть разные формы этой энергии и они способны переходить одна в другую по строгому закону сохранения.

Многие учёные внесли свой вклад в формулировку понятия «энергия» и закона её сохранения. Первый и решающий вклад сделан, несомненно, Ломоносовым. Но следующим нужно назвать немецкого врача Майера, родившегося на целое столетие позже. Он рассмотрел двадцать пять проявлений закона сохранения энергии, охватив явления неживой и живой природы.

Майер прожил трудную жизнь. Судьба этого незаурядного человека интересна нам не только научным потенциалом, но поучительна драматизмом, жертвенностью во имя идеи. Пример этой жизни иллюстрирует, как трудно пробивает себе дорогу новое, как истине небезопасно выходить на поединок с укоренившимися заблуждениями, как почётна, но нелегка победа.

Первое начало

Майер был горяч и принципиален. Эта черта отличала его ещё в юности. За участие в студенческой сходке он был арестован и исключён из Тюрингенского университета, где слушал медицину и химию. После освобождения был вынужден эмигрировать, что задержало окончание его образования. Получив диплом, Майер уезжает в Индонезию в качестве судового врача. Один эпизод плавания круто меняет жизнь Майера. Пуская кровь заболевшему матросу, Майер обратил внимание на её необычайно алый цвет. Он даже подумал, что, вскрывая вену, повредил артерию! Местные врачи успокоили его: венозная кровь в жарких странах всегда приобретает алый цвет. «Некоторые мысли, — писал Майер впоследствии, — пронизавшие меня подобно молнии, это было на рейде в Сурабае, тотчас с силой овладели мною и навели на новые предметы».

Ещё один пример того, как широко известное явление, не привлекающее внимания большинства людей, даёт толчок воображению творческой личности. Майер понял: алый цвет венозной крови вызван тем, что в вены возвращается кровь, богатая кислородом. Значит, в тропиках человек потребляет меньше кислорода, ибо при жаре для поддержания нормальной температуры тела нужно меньшее количество тепла от сгорания поступивших в организм веществ. Эта мысль была как зерно, брошенное в землю.

Вернувшись в 1841 году на родину, он, подобно Ломоносову, пишет о том, что «силы» неуничтожаемы, так же как химические вещества. «Силы — это движение, электричество и теплота».

Майер излагает своё открытие в статье и посылает её Поггендорфу, знаменитому редактору наиболее авторитетного научного журнала того времени «Анналы физики». Поггендорф не счёл нужным напечатать эту статью. Он не вернул её автору, даже не ответил ему. Статья была найдена в архивах журнала и опубликована ровно через 40 лет. Теперь мы знаем, что статья была не закончена (в конце её значилось — «продолжение следует»). Понятие «сила» было определено весьма нечётко, но идея неуничтожаемости этих сил и понятие «разностей» как причины превращения «сил» были сформулированы достаточно чётко.

Через год Майер в другом журнале публикует новую статью, в которой мысль о существовании закона сохранения сил сформулирована ещё более чётко. Не зная о работах Ломоносова и Джоуля, он ссылается на опыты Дэви по плавлению льда за счёт тепла, выделяемого трением,

и на закон сохранения вещества в химических реакциях, как его сформулировал

Лавуазье.

Удивительно красочно объяснение Майера:

«Паровые машины служат... для превращения тепла в движение или поднятия груза. Локомотив с его поездом может быть сравнен с перегонным аппаратом: тепло, разведённое под котлом, превращается в движение, а таковое снова осаждается на осях колёс в качестве тепла».

Майер продолжает свои исследования, возвращаясь к процессам обмена веществ в организме, но журнал, напечатавший его первую статью, отвергает вторую. Автору пришлось издать её за свой счёт отдельной брошюрой.

Здесь он анализирует 25 случаев превращения «движений», включая то, что мы теперь называем потенциальной и кинетической энергией, электрической, химической и тепловой энергией. Здесь он отрицает теплород, электрический и другие флюиды. «Не существует нематериальных материй, — пишет он. — Мы прекрасно знаем, что ведём борьбу с укоренившимися гипотезами, канонизированными крупнейшими авторитетами, что мы хотим вместе с невесомыми жидкостями изгнать из учения о природе всё, что осталось от богов Греции, однако мы знаем также, что природа в её простой истине является более великой и прекрасной, чем любое создание человеческих рук, чем все иллюзии сотворённого духа».

Далее он пишет: «Мир растений образует резервуар,

в котором закрепляются и накапливаются в целях их использования быстро летящие солнечные лучи — источник экономических благ, с которым неразрывно связано физическое существование человеческого рода...» Он отвергает «жизненную силу» и выявляет роль кислорода при поглощении пищи и выделении мышцами тепла при механической работе. Это было бунтарство, вызов прежним взглядам, и Майер стал объектом бойкота по-старому мыслящих учёных.

Майер остро воспринимает непонимание и невнимание к его работам. Вскоре они перерастают в настоящую травлю, на которую, несомненно, повлияла и острая политическая обстановка периода «Бури и натиска», и сложная семейная ситуация. Приват-доцент Зейффер помещает в газете статью с грубыми издевательскими выпадами против Майера и его работ. Газета отказывается напечатать его ответ. Майер, незадолго до того с достоинством прошедший полемику с Джоулем о приоритете в открытии эквивалентности теплоты и живой силы в её численном выражении, пытается покончить самоубийством, выпрыгнув из окна. Он остался жив, но вышел из больницы лишь через несколько месяцев.

Майер нашёл в себе силы ответить врагам в брошюре «Замечания о механическом эквиваленте теплоты», в которой подведён итог всей его деятельности.

В биографии Майера, написанной известным физиком Оствальдом, сказано: «Нужно думать, что это защитительное сочинение было написано кровью Майера, окончательно исчерпав его силы». Действительно, вскоре после появления брошюры он попадает в частную психиатрическую клинику, а затем в казенную психиатрическую больницу с ужасным режимом. Имеются сведения о том, что родственники поместили его туда насильно. Обстановка была такой, что через два года, когда он вышел из больницы, уже ходили слухи о его смерти в сумасшедшем доме.

Майер вновь вернулся к научной работе, но не прибавил новых существенных результатов к прежним достижениям. Впрочем, обстановка ему по-прежнему не благоприятствовала. Небезызвестный Е. Дюринг, давший повод к написанию труда Ф. Энгельса «Анти-Дюринг», сделал всё для того, чтобы противопоставить Майера Джоулю и Гельмгольцу, что ещё более осложнило положение Майера в научном мире.

Закончим краткий очерк работ скромного и великого Майера словами Ф. Энгельса: «Уже в 1842 году Майер утверждал „неуничтожимость силы“, а в 1845 году он, исходя из своей новой точки зрения, сумел сообщить гораздо более гениальные вещи „об отношениях между различными процессами природы“, чем Гельмгольц в 1847-м».

Судьба Майера не остановила молодых. Многие, вслед за Майером, занялись

проблемой сил и энергии. Коллективные усилия привели к пониманию того, что прежние представления о механической работе, количестве теплоты и неопределённые высказывания о «химической силе», «электрической силе», «живой силе» и даже пресловутой «жизненной силе» следует заменить единым понятием «энергия».

Нам гораздо удобнее применять современный термин «энергия» при обсуждении опытов Джоуля, Майера и других учёных, доказавших с большой точностью, что механическая работа всегда превращается в тепло с одним и тем же переходным коэффициентом, что столь же постоянные коэффициенты связывают взаимные превращения других «сил», других форм энергии.

В результате подобных опытов в единую схему были объединены чрезвычайно непохожие между собой и внешне далёкие явления. Теперь о них знает каждый школьник: качание маятника сопровождается переходом кинетической энергии его движения, зависящей от скорости, в потенциальную энергию силы тяжести, зависящую от положения маятника. Колебание струны сопровождается переходом кинетической энергии её движения в потенциальную энергию упругости струны, зависящую от её деформации. В обоих случаях движение прекращается по мере того, как механическая энергия постепенно переходит в тепловую из-за трения в подвесе маятника или внутреннего трения в материале струны. Теперь точно измерены коэффициенты превращения электрической энергии в тепловую при нагревании проводников из-за их сопротивления электрическому току и многие другие характеристики.

Объединение всех наблюдений и точных измерений такого рода привело к окончательному установлению и к точной формулировке закона сохранения энергии в качестве одного из основных законов природы, который называют также Первым началом термодинамики, или Первым законом термодинамики.

... События, которые составили эту главу, разумеется, не кончились на этом этапе. Ещё не была создана непротиворечивая теория теплоты, ещё не была окончательно понята связь между рядом открытий в области электричества, магнетизма, света, теплоты, которым был так богат этот этап развития науки.

Мы сделали лишь то, что делают телевизионные комментаторы, желая обратить внимание зрителей на детали какого-то важного события спортивных состязаний, — повторяют эпизод в замедленном темпе. Мы коснулись лишь событий, последовавших за статьёй о теплороде Марата, — переломного момента в истории борьбы с невесомыми материями. Отстаивая теорию теплорода, Марат привлёк к нему внимание столь мощных и разнообразных умов, что ускорил гибель теплорода, оказав тем самым науке огромную услугу. Мы замедлили в своей «съёмке» самый острый, начальный момент свержения с трона теплорода, за которым, конечно же, последовало много замечательных событий. И среди них те, которые не назовёшь иначе как авантюрные. Они подвели к великому рубежу познания — пониманию Второго начала термодинамики. Речь об этом — в следующей главе.

ОБОЛЬЩЕНИЯ

Авантюристические устремления могут сбить с пути и порой сбивают с пути научные исследования. Но без них научный прогресс представляется почти невозможным.

Льоцци

Вечное движение

История, к которой мы теперь переходим, началась более двадцати веков назад и, пожалуй, все ещё не завершена.

Истинное её начало неизвестно, но, если принимать во внимание лишь то, что зафиксировано письменами, его следует сопоставить с величайшими учениями древних

астрономов. Эти учения казались точным отражением повседневного опыта, а повседневный опыт, накапливаемый веками, убеждал людей в очевидном факте — в вечном движении небесных тел. Напрашивался единственный вывод: если эти движения вечны, то должны существовать и вечные силы, поддерживающие их. Природа этих сил ускользала от учёных, как ускользает до сих пор природа других вечных сил — силы тяжести, влекущей падающее яблоко к Земле, а Землю к Солнцу; силы магнита, поворачивающей магнитную стрелку к северу и притягивающей железо к магниту.

Мы не знаем, кто первый задумался над тем, нельзя ли заставить вечные силы совершать даровую работу: тащить повозки, поднимать воду, молотить зерно.

Первое письменное свидетельство об исследовании, предпринятом с целью использовать вечные силы для практических целей, оставил француз Перегрино.

Судьба вечного двигателя началась с того, что Карл Анжуйский, задумав осаду итальянского города Лючеры, призвал в свои войска молодого физика Пьетро Перегрино. Пикардиец, весельчак, Пьетро скучал во время длительной осады и искал себе занятия. Его товарищи тоже скучали и развлекались кто как умел. Перегрино был человеком умным, образованным, и он коротал досуг, высказывая разные соображения о природе вещей в письмах, которые адресовал пикардийскому дворянину Сигеру. Под последним письмом стоит дата — 8 августа 1269 года, и оно завершает цикл, образовавший трактат под названием «О магнитах». Это был первый труд о магнетизме.

Трактат очень взволновал современников. Ещё не было ни серьезных наблюдений в области магнетизма, ни опытов — во всяком случае, ни о чём подобном нет документальных свидетельств.

В этом трактате содержалось и описание вечно движущейся машины, «которая, будучи раз пущена в ход, совершала бы работу неограниченно долгое время, не заимствуя энергии извне». Так характеризует перпетуум-мобиле Большая советская энциклопедия.

Трактат Перегрино и после смерти автора ходил по рукам. Он дал толчок такому количеству подражаний, был таким возбуждающим источником научного вдохновения, что заслужил право остаться навечно в летописи человеческой мечты.

История сохранила большое количество проектов вечных двигателей. Большинство использовало силу тяжести. Проекты представляли более или менее сложные комбинации рычагов, блоков, зубчатых и цепных передач. Иногда механизмы включали насосы, назначение которых состояло в подъёме воды. Поднятая ими вода, стекая вниз, должна была совершать работу, попутно приводя в движение эти же насосы.

Известны предложения, основанные на более сложных явлениях: например, для подъёма воды служили капиллярные силы, поднимающие керосин или масло по фитилям. Изобретатели считали, что эти силы могут бесконечно перетягивать воду из нижнего сосуда в верхний, а затем поднятая вверх вода, снова падая вниз, должна была совершать работу, вращая водяное колесо.

Конечно, наряду с добросовестными энтузиастами в числе создателей вечных двигателей были и мошенники, демонстрировавшие легковерным коронованным или просто богатым особам механизмы, движение которых поддерживалось скрытыми приводами.

В XVIII веке большой популярностью пользовался вечный двигатель Оффиреуса. Это было колесо, вращающееся на своей оси безостановочно после первоначального толчка. Многие учёные, наблюдавшие его работу,

не могли обнаружить никакого обмана.

Однако когда один из наблюдателей проявил слишком большую настойчивость и любознательность, конструктор разбил аппарат...

С 1678 года начинает выходить французский научный журнал, где регулярно помещаются многочисленные проекты устройства вечных двигателей.

Мечта о вечном двигателе (поразительная массовая галлюцинация!) казалась легко осуществимой. На протяжении многих веков никто не подозревал, что она несёт в себе непреодолимый запрет. Содержит своеобразный порок, подтачивающий все начинания

изнутри; порок, кочующий из одной попытки в другую незаметно, как бацилла в инкубационном периоде.

Гений или помешанный?

Первый отпор идея вечного двигателя получила в эпоху, весьма склонную к авантюрам. XVI век не претендовал на особую учёность, он благоволил ко всякого рода чудесам, колдовству, магии. И тем более удивительно, что ополчился против вечного двигателя учёный, который в силу своего характера, научных склонностей должен был бы приветствовать такой подарок судьбы! Должен был ухватиться за идею перпетуум-мобиле и поставить целью жизни осуществить её.

Иероним Кардан был, пожалуй, самым авантюрным учёным в этот доверчивый век. Он слыл отличным математиком, физиком, врачом и... помешанным. Потому что какой нормальный человек может верить, как верил Кардан, что каждый год 1 апреля в 8 часов утра он может получить от богов всё, что пожелает? Он любил предсказывать,

и многие его предсказания сбылись. Чтобы не подорвать веру в силу своего провидения, он оборвал жизнь голодовкой на 75-м году только потому, что имел неосторожность предсказать дату своей смерти.

И этот учёный ополчился против идеи вечного двигателя. Он не только не присоединился к ловцам бесплатной энергии, но засел за обоснование невозможности создать такую машину.

Что же воодушевило Кардана — повышенное чувство долга? Вряд ли. Историки рассказывают, что Кардан не смущался кражей чужого открытия. Тридцатилетний блестящий математик Тарталья рассказал ему о своём оригинальном решении уравнения третьей степени, а Кардан опубликовал это решение под своим именем. Тарталья вызвал его на математическую дуэль-диспут, однако Кардан вместо себя прислал своих учеников, и те выдворили Тарталью из города!

Может быть, Кардан устыдился авантюрной погони за бесплатной энергией? Но что может смутить человека, который сам говорил о себе: «Я стремлюсь к чудесам, я коварен...»

Возможно, все эти отзвуки давно затихшей жизни — просто выдумка, как и легенды о том, что Кардан был так далёк от человеческих чувств, что безмятежно перенёс казнь сына, утрату колоссального состояния... История многое вольно добавляет и убавляет, когда дело касается биографий незаурядных людей. Если бы Кардан был позёром, он не оставил бы после себя такие замечательные, по свидетельству серьёзных учёных, труды, наполненные мудростью и заботой о нуждах людей, как трактаты «О разнообразии вещей», «О тонкости», которые служили пособиями для воспитания многих поколений физиков.

Именно в трактате «О тонкости» Кардан высказывает и обосновывает в меру своих возможностей полное убеждение в несостоятельности идеи вечного двигателя. Но уровень знаний его эпохи не дал ему возможности привести убедительные доказательства. Его возражения остались на уровне предчувствия. Он мог сэкономить время и силы десятков учёных, если бы убедительно подкрепил свои сомнения. Но он не смог облечь аргументы в строгую математическую форму, он не нащупал того закона природы, который запрещает осуществление вечного двигателя. Это сделает гениальный Ломоносов только через два века.

Союз науки и авантюризма

Особенно много проектов вечных двигателей появляется в XVI–XVII веках, в эпоху перехода к машинному производству. Учёные и фантазёры-самоучки, мало или совсем не знакомые с основами физики и механики, пытаются комбинировать простые механизмы в более сложные, но... всё равно получить от машины больше энергии, чем было затрачено на её работу, не удаётся.

Если бы конструкторы изучили труды Галилея, они знали бы это заранее. Галилей, как до него Стевин, ставил опыты с рычагами и блоками, наблюдал за скатыванием шаров по наклонной плоскости и пришёл к заключению, что с помощью простых механизмов невозможно получить даровую работу.

Галилей, изучая качания маятника, убедился: сила тяжести, разгоняя и замедляя

маятник при его размахах,

не может произвести большую работу, чем та, что была затрачена в первоначальном толчке или при первоначальном отклонении маятника.

Но «вечные» машины продолжают появляться на свет!

Ни одна из них не даёт бесплатной работы, каждая приносит своему творцу разочарование. И каждая обогащает науку, заставляет учёных приблизиться ещё на шаг к истине, к пониманию запретов природы.

Всплеск веры в возможность создать вечный двигатель произошёл после изобретения электрических машин. Эта вера окрылила пивовара и физика Джоуля, человека практичного и предприимчивого. Он воспользовался вольтовой батареей и запустил от неё электродвигатель собственной конструкции. Батарея быстро выдохлась, и Джоуль смирился с неудачей: цинк в батарее съедался, а менять его стоило довольно дорого. Джоуль не стал упорствовать и оправдал свою неудачу оригинальным расчётом: он пришёл к выводу, что лошадь никогда не будет вытеснена электродвигателем, так как прокормить её дешевле, чем менять цинк в батареях. Эта работа не увенчалась созданием перпетуум-мобиле. Но сыграла огромную роль в исследовании количественных соотношений между теплотой и механической энергией.

Неудача Джоуля не отрезвила энтузиастов — волны научного прогресса приносят всё новые и новые варианты перпетуум-мобиле! Но какие идеи ни используют конструкторы, какой принцип действия вечного двигателя ни применяют, порочный круг неудач повторяется — полезная работа всегда меньше затраченной.

Здесь уместно подчеркнуть, что ликвидация трения в механизме не превратила бы его в вечный двигатель, не спасла бы идею. Ведь заманчивым является не пустое подражание вечному небесному движению или движению атомов, которое действительно происходит без трения. Разумеется, величественное кружение светил — впечатляющее явление, но для практических нужд бесполезное. Получение бесплатной энергии без затрат топлива — вот что изменило бы ход цивилизации. Просто вечное или почти вечное движение можно, пожалуй, осуществить с помощью большого маховика, вращающегося на хороших шариковых подшипниках. Но если от такого механизма попытаться отбирать энергию, он раньше или позже остановится. Вечный источник энергии, по идее, должен работать сам по себе, не только подкармливая себя, но и работая на «хозяина». Только такой вечный двигатель мог бы дать баснословные прибыли. Из-за них-то и возникал ажиотаж вокруг машин, выдаваемых за вечные. Ради этого предприниматели шли на любые расходы и сулили огромные вознаграждения...

И всё-таки перелом приближался. Зрело убеждение несостоятельности жадной мечты о бесплатной работе. В этой главе мы встретились с первым учёным, попытавшимся развенчать идею вечного двигателя. Теперь нам предстоит встретиться с тем, кто не только ясно понял, но и чётко изложил всеобщий закон, запрещающий возможность создания вечного двигателя.

«Сколько употреблено на сон, столько отнято от бдения»

Этот учёный родился далеко от цивилизованных центров, в заснеженном уголке, где большинство жителей не только не слышало о вечном двигателе или спорах о теплоте, магнетизме, электричестве, но и не обращало особого внимания на самое впечатляющее проявление этих сил, которым славится край, — на потрясающее воображение северное сияние. Знамение, гнев божий — дальше этого не простиралась пытливость поморов, жизнь которых проходила в тяжёлой борьбе за существование.

Сын архангельского помора в детстве не слышал таких великих имен, как Аристотель, Леонардо да Винчи, Ньютон, но стал в один ряд с ними, как последний из плеяды универсальных гениев.

Сфера научных интересов Ломоносова обнимает буквально все проблемы естествознания XVIII века. Его труды открыли первую страницу познания разных явлений природы. Он много думал и над загадкой теплоты, но специально проблемой вечного

двигателя Ломоносов не занимался. Он считал само собой разумеющейся невозможность осуществления вечного двигателя, и это привело его к необычно всеобъемлющей формулировке закона сохранения, которую Ломоносов дал в 1748 году:

«Все изменения, случающиеся в природе, происходят так, что если что-либо прибавится к чему-либо, то столько же отнимется от чего-то другого. Так, сколько к какому-нибудь телу присоединяется материи, столько же отнимается от другого; сколько часов я употребляю на сон, столько же отнимаю от бдения, и т. д. Так как этот закон природы всеобщ, то он простирается даже на самые правила движения: тело, побуждающее своим толчком другое к движению, столько же теряет своего движения, сколько сообщает другому, движимому им».

Казалось бы, вопрос о возможности получения чего-либо из ничего исчерпан. Как же могло случиться, что даже через сто лет после этой формулировки Майер подвергается преследованиям за посягательства на ошибочные, но привычные взгляды на природу того, что теперь именуется одним словом — энергия? Как могло случиться, что Французской академии наук, изнемогшей от необходимости изучать бесчисленные проекты перпетуум-мобиле, пришлось принять специальное решение — оставлять без внимания всякие проекты вечных двигателей? Это было в 1765 году, через семнадцать лет после ломоносовского заключения! Кто же эти безумцы, запускающие воздушные шары сенсаций? Кто отваживается идти против законов природы?

Если это люди, далёкие от науки, — прожектеры, авантюристы, прельщённые перспективой славы и богатства, — с них спрос не велик... Но... самое парадоксальное в этой истории то, что бег за мечтой продолжали учёные! Учёные, свято верящие в законы природы и тем не менее уверовавшие в чудо!

Что же это за новая химера?

Второе начало

Новым увлечением XIX века стали особые вечные двигатели, они привлекли изобретателей тем, что породили надежду на получение бесплатной энергии без нарушения закона сохранения. Они заронили веру в возможность компромисса с природой.

Речь идет, конечно, не об утилизации «вечных» в масштабах человеческой истории источников энергии рек или морских приливов, ветра или тепла земных недр, не об использовании излучения Солнца или разности температур поверхностных и глубинных слоёв океанов. Здесь все ясно. Подобные источники уже поставлены на службу человечеству.

В середине прошлого века родилось коварное заблуждение, дающее сложные рецидивы вплоть до наших дней. Вечный двигатель второго рода — так именуется новый тип перпетуум-мобиле, якобы способный без ограничения превращать тепло, запасённое в окружающих телах, в другие виды энергии.

Первый толчок к этому заблуждению дало изобретение и развитие паровых машин. Прошло немного времени после начала триумфального шествия паровых машин, как стало ясно, что эти прожорливые чудовища настолько плохо используют топливо, что грозят быстрым уничтожением лесов и исчерпанием запасов угля. Однако, несмотря на все попытки инженеров добиться улучшения работы паровых машин, сделать их более экономичными не удавалось. Да и как могло удасться, если существо процессов, сопровождающих работу этих машин, было совершенно непонятно?

Проблемой тепловых машин заинтересовался военный инженер Сад Карно. Поступив в 1819 году на должность лейтенанта во французский Генеральный штаб, юноша вынужден был заниматься мелкими поручениями. Ему не давали хода: его отец, Лазар Карно, бывший министр Французской республики, после реставрации монархии находился в изгнании.

Молодой Карно был умён, усидчив и не тратил время на карьеру. Он отдавал все силы и досуг науке.

Он решил попытаться добиться от паровых машин большей отдачи.

В 1824 году вышел из печати его труд «Размышления о движущей силе огня и о

машинах, способных проявить эту силу» — единственная работа, опубликованная при жизни этого гения. В возрасте сорока лет он заболел скарлатиной, а через два месяца заразился холерой, которой понадобилось лишь несколько часов, чтобы свести его в могилу.

В своём труде Карно приходит к удручающему для энтузиастов паровых машин и великому для развития термодинамики выводу. Этот вывод настолько поразителен, что поверг даже самых мудрых из учёных в изумление и ужас. Но не менее изумителен путь, каким Карно пришёл к этому выводу.

Первоначальная цель Карно — построить как можно более хорошую паровую машину, способную получить максимум энергии из данного количества топлива. Но он не знает, как этого добиться.

Карно начинает с того, что говорит себе: допустим, я построил такую машину. В чём же проявится её преимущество перед реальными машинами? Чтобы понять это, он решает мысленно сравнить работу выдуманной им машины и реальной. Пусть, думает он, они работают в одинаковых условиях, от общего котла, с общим холодильником, а я проанализирую, почему одна машина работает лучше другой.

И тут Карно почувствовал беспокойство: если эти машины заставить работать в паре одна с другой, лучшая сможет компенсировать потери в худшей, не правда ли? Более того, если одна машина лучше другой вдвое, то, затратив половину вырабатываемой энергии на совершение внешней работы, другую половину она сможет потратить на то, чтобы поддерживать работу худшей машины! Выходит, что, получив первоначальный толчок, такая система из двух машин может в дальнейшем обойтись без топлива?!

Карно отчётливо понял, что эти рассуждения привели его в лагерь авантюристов — он изобрёл вечный двигатель! Но ведь вечный двигатель невозможен. Значит? Единственный логичный вывод: в этой паре не может быть лучшей машины. Все тепловые машины, работающие от общего котла и с общим холодильником, одинаково эффективны. Повысить КПД тепловых машин выше определённого предела невозможно. Заслуга Карно в том, что он ясно понял: дело не в умении или неумении инженеров, а в запретах природы — в необратимой потере тепла в окружающем пространстве.

Поразительно, что Карно пришёл к такому далеко идущему выводу путём простейших рассуждений, путём очень распространённого метода рассуждения от противного. Ещё более поразительно, что он сделал правильный вывод из неправильной посылки: Карно представлял тепло в виде жидкости, теплорода. Эта аналогия помогла ему представить процесс работы паровой машины наглядно. Под котлом с водой горит топливо, превращая воду в пар. При этом теплород течёт от горячего пламени к холодной воде. Поглотив теплород, вода нагревается, а потом испаряется. Горячий пар движет поршень машины и таким образом совершает работу. Пар при этом остывает и уходит в окружающее пространство. Вместе с ним рассеивается и теплород...

Задержим здесь внимание. Безупречной интуиции физик и ошибка — коллизия далеко не обычная, хотя в науке и нередкая. Карно опирался на теорию теплорода и все-таки не ошибался. Если его чутьё тонкого физика не забило тревогу, когда он взял за исходный пункт своих размышлений аналогию между теплородом и жидкостью, значит, тут не было запрета. И, как теперь ясно, не могло быть: между жидкостью и теплотой действительно много общего в поведении. А теплород и воплотил в себе свойства тепла как жидкости.

Теплород продержался в науке так долго именно потому, что в нём отразились многие истинные свойства теплоты. На молекулярном уровне разительно отличие теплоты и теплорода. Но Карно рассматривал проблему макроскопического распространения тепла, и тут его интуиция позволила ему опереться на теплород.

Более того, лучшего аналога, более верной путеводной нити не сыщешь! Уподобляя теплород жидкости, можно легко сравнить течение теплорода в паровой машине (от горячего котла к холодильнику) с течением воды в реке (от верховья в низину). Реки не текут вспять. Не возвращается и ушедший в пространство теплород. Отсюда возникает понимание особой роли теплоты среди других форм энергии — ни одна из них не теряется безвозвратно, как

теплота!

Так Карно впервые сформулировал принцип, которому суждено было стать основополагающим в науке о теплоте — в термодинамике: тепло течёт самопроизвольно только в одном направлении — от горячих тел к холодным.

Совершенно непринуждённо при этом возникает понимание невозможности создания вечных двигателей. Воду в реке нельзя повернуть вверх по течению, не затратив на это работу. Не затратив работу, невозможно и теплород вернуть в машину для полезной деятельности. Несомненно, что для достижения любого полезного эффекта нужно чем-то поступиться.

Так Карно путем элементарных рассуждений пришёл к двум гениальным для его времени выводам. Первый — это принцип, носящий его имя: о естественном течении тепла только от горячего к холодному, но не обратно. И второй результат — формула для определения КПД лучших (идеальных) тепловых машин. Она была прямым продолжением рассуждений, с которыми мы познакомились, вытекала из аналогии между теплородом и водой. Уподобляя теплород воде, а разность температур на входе и выходе машины — разности уровней воды в водопаде, Карно заключил: как при падении воды работа измеряется произведением веса воды на разность уровней, так и в паровой машине работа измеряется произведением количества теплорода на разность температур.

Теперь очевидно: КПД идеальной тепловой машины зависит не от её конструкции, а только от разности температур.

Из этих рассуждений ясен и путь увеличения эффективности тепловых машин: её можно поднять за счёт увеличения температуры на входе — температуры пара в котле. Или за счёт понижения температуры на выходе.

Очень полезно использовать специальные, остужающие пар устройства — холодильники. Если пар на выходе машины не остужать, а просто выбрасывать в окружающее пространство, такая машина будет очень малоэффективна. Пример — локомотив, его КПД едва достигает трех-четырех процентов.

А если температуры котла и холодильника одинаковы? Паровая машина вообще не будет работать. Как не даст никакой работы водяная мельница, если её колесо опущено в стоячую воду.

Для простоты понимания Карно изложил свои результаты без помощи математики. Хотя они предельно наглядны и просты, всё это осталось почти не замеченным и, во всяком случае, не понятым. Карно опередил своё время.

В последующие годы Карно продолжал свой кропотливый труд. Он отказался от гипотезы теплорода и провёл новые рассуждения на основе механической теории теплоты и даже довольно точно определил механический эквивалент теплоты, то есть количество работы, которое можно получить из единичного количества теплоты. Результаты исследований были опубликованы в 1878 году при повторном издании «Размышлений» — более чем через сорок лет после смерти Сади Карно. А ещё через пятнадцать лет после этого Клаузиус, который ввёл в науку многозначительное понятие энтропии, добавил своё веское слово к принципу Карно: он выразил его в виде математической формулы и возвёл в ранг Второго начала термодинамики, сформулировав в виде следующего постулата: «Теплота не может самопроизвольно перейти от более холодного тела к более тёплому».

Наименование Второго начала термодинамики было присвоено принципу Карно потому, что за годы, прошедшие между смертью Карно и работой Клаузиуса, было выработано общее понятие «энергия» и окончательно сформулирован закон сохранения энергии, получивший название Первого начала термодинамики.

Волнение, которое вызвал постулат Клаузиуса в среде учёных, можно представить себе из того, как переформулировал его Томсон (лорд Кельвин). Он считал необходимым записать его так: «При посредстве неодушевлённого тела невозможно получить механические действия от какой-либо массы вещества путём охлаждения её температуры ниже температуры самого холодного из окружающих тел».

Ужас тепловой смерти

Что же испугало Томсона в принципе Карно, во Втором начале термодинамики? Его испугал вывод о том, что могут существовать условия, при которых невозможно превращение тепла в работу или в другие формы энергии. Ему казалось неприемлемым признание того, что, в отличие от других форм энергии, теплота обладает особыми свойствами, что какие-то её количества выпадают из замкнутого круга взаимных превращений.

Ничего подобного с другими видами энергии не происходило! Томсона поразило особое место теплоты среди других форм энергии. Его ужасал вывод, неизбежно следовавший из этого. Неизбежный логический вывод, противоречащий всему, что казалось надёжно установленным великими предшественниками. Необратимое течение тепловых процессов сулило Вселенной гибель...

Шесть долгих лет Томсон изучал проблему, прежде чем решил опубликовать результат. В 1857 году в работе «О всеобщей тенденции в природе к рассеянию механической энергии» он сообщает драматический вывод: принцип Карно верен, и он отражает гибельную тенденцию, властвующую над природой. Все формы энергии в конечном счете переходят в теплоту, температура всех тел стремится к выравниванию за счёт охлаждения нагретых тел. Это приводит к снижению работоспособности всех процессов, к тепловой смерти!

Вот когда энтропия показала своё истинное лицо. Энтропия, что означает в переводе «изменение», всегда стремится к нулю... Мир стремится к покою...

Теперь мы можем понять, почему Томсон, воспитанный в уважении к законам природы, ещё в 1851 году ввёл в формулировку Второго постулата термодинамики оговорку о неодушевлённых телах. Он не надеялся ни на что, кроме чуда или бога.

Клаузиус пропагандировал вывод Томсона и изложил его в чёткой математической форме.

Приговор был произнесён. Он потряс учёных и воображение широкой публики. Мир не будет существовать бесконечно. Он обречён.

Клерикалы утешали обывателя: мир не мог возникнуть без помощи бога, а раз так, то бог нас не оставит.

Многие учёные пытались оспорить положение Томсона — Клаузиуса. Они искали примеры, противоречащие Второму началу термодинамики. Все возражения были ошибочны, все примеры содержали погрешность.

Физика попала в тупик. Каков же выход?

«Современное естествознание вынуждено заимствовать у философии положение о неуничтожаемости движения: без этого положения естествознание уже не может существовать».

Так охарактеризовал поворот событий Энгельс. Ещё при его жизни гениальный физик Больцман освободил природу от опеки бога. Он показал, как в природе реализуется то, что Энгельс утверждал на основе общих положений диалектического материализма: движение бесконечно, мир не умрёт, не остановится в своём развитии.

Вы спросите: как же так? Второй закон термодинамики утверждает, что мир стремится к покою, а Больцман берёт на себя смелость утверждать, что, вопреки этому велению природы, движение вечно. За счёт чего же?

Как большинство крупных учёных, Больцман был материалистом. В результате изучения явлений природы он стихийно пришёл к тому, к чему диалектический материализм приводит строго научно. Он понял и объяснил парадоксальное уклонение природы от собственных запретов. Примирил теорию и реальность. Узаконил жизнь вопреки правам смерти и отнёс вывод о тепловом угасании мира к области заблуждений.

Проследим же за рассуждениями Больцмана. Проведем два мысленных эксперимента:

1. Налейте в сосуд две одинаковые жидкости, различающиеся только цветом, и подождите. Они самопроизвольно смешаются. Сегодня и для школьника не секрет, что этот процесс является результатом хаотического теплового движения частиц жидкости. Процесс

можно описать формулами.

2. Заложим в барабан слой белых шаров, а на них слой чёрных и приведём барабан во вращение. Шары постепенно перемешаются. Для науки и этот процесс — не загадка. Он описывается уравнениями. Если мы взглянем на эти уравнения, то увидим странную картину. Время может входить в них симметрично: со знаком плюс и со знаком минус. Уравнения механики написаны так, словно вращение барабана в обратную сторону снова разделит на слои смесь шаров, словно бы описываемые формулами процессы могут одинаково развиваться как в сторону будущего, так и в сторону прошлого. Но ведь это противоречит многовековому опыту человечества. Время, как и теплота, неотвратно течёт только в одну сторону. Время течёт от прошлого к будущему, и нет никакой возможности не только повернуть его вспять, но и остановить хотя бы на мгновение!

Любой объект, принадлежи он мёртвой или живой природе, предоставленный сам себе, развивается в одном, вполне определённом направлении. Разве кто-нибудь когда-нибудь видел хоть одно исключение из этого правила?

Значит, уравнения механики лгут? Ведь они дают основание предположить, что, вращая барабан в обратную сторону, можно добиться разделения шаров на белые и чёрные, то есть вернуть систему в первоначальное состояние, в прошлое. Но в действительности этого не происходит. Не разделяются и смешавшиеся жидкости. Почему?

Чтобы, в соответствии с уравнениями механики, шары, смешавшиеся в барабане, при вращении в обратном направлении вновь разделились, вновь образовали структуру слоёв, нужно обеспечить точное воспроизведение всех элементарных шагов. То есть каждый шар в отдельности и все вместе должны пройти в обратном направлении в точности ту же дорогу, шаг в шаг, воспроизвести в обратном порядке все свои движения. Ведь возвращением в прошлое мы назвали бы точное повторение событий в обратном порядке. Точное! Но это невозможно уже потому, что «шероховатости» — мельчайшие неровности поверхности шаров — деформируются столь сложным случайным образом, что совершенно невероятно точное обратное воспроизведение каждого шага. Вращая барабан обратно и думая, что мы возвращаем процесс в прошлое, мы на самом деле уводим его ещё дальше в будущее, в сторону беспорядка.

Этим рассуждением Больцман не только не опроверг, но подкрепил вывод Томсона о неуклонном развитии природы от порядка к хаосу; о движении мира от состояния, при котором механическая, электрическая, химическая, тепловая и другие виды энергии распределены неравномерно, жизнеспособно, к состоянию, в котором всё и везде одинаково, и одинаково навсегда: безжизненно, невозможно.

Мы проследили первый этап рассуждений Больцмана. Узнали, почему ни один процесс в мире не может вернуть себя в прошлое. Теперь разберёмся, каким же образом мир, идя к смерти, возвращает себя к жизни?

Вернёмся ещё раз к барабану с шарами. Возьмём из него много шаров — скажем, тысячу. И обязательно, поверьте, в этой порции будет содержаться почти равное число белых и чёрных шаров. В большинстве случаев их будет по пятисот каждого цвета.

А вот вынув всего два шара, мы не сможем уверенно предугадать цвет. Оба могут оказаться разного цвета, но оба могут быть белыми или чёрными. То есть в большой порции шаров царит тот же беспорядок, хаос, что и во всём барабане. А вот в малой порции может обнаружиться порядок, словно бы результат умысла. Вывод: в малых частях большой беспорядочной системы может самопроизвольно возникать упорядоченность! Самопроизвольно, то есть без помощи бога, лишь по воле случая!

Случай! Вот всемогущий джинн, которого обнаружил Больцман.

Мысль Больцмана сводится к тому, что Вселенная, огромная совокупность звёздных систем, в целом находится в состоянии теплового равновесия — в полном беспорядке и в полном соответствии со Вторым началом термодинамики. Но в отдельных её частях — например, в таких, которые могут обозреть наши приборы, в объёмах колоссальных, с нашей точки зрения, но малых по сравнению со всей Вселенной, — хозяином может стать случай.

Он может породить всплеск энергии, как говорят учёные — флуктуацию. Из-за игры случая кое-где могут случайно возникнуть очаги повышения температуры. Они дадут ту разность тепловых уровней, которая породит движение, жизнь. После этого в каждом объёме, испытавшем случайное нарушение, развитие снова идёт в одну сторону, от прошлого к будущему, причём это нормальное развитие продолжается тем дольше, чем больше первоначальное возмущение.

«Этот метод, — пишет Больцман, — кажется мне единственным методом, при котором можно представить себе Второе начало, тепловую смерть единичного мира, без одностороннего изменения всей Вселенной от определённого начала к заключительному состоянию».

Можно сказать, что существование Вселенной и состоит в том, что в ней постоянно возникают случайные возмущения, которые «рассасываются», чтобы по закону случая возникнуть вновь.

Мы живём в одной из таких «возмущённых» областей. Мы знаем, что наш мир существует уже около десяти миллиардов лет и просуществует ещё много дольше.

Человечество возникло лишь пару миллионов лет назад, а цивилизация развивается всего несколько тысячелетий. Масштабы таковы, что нам не о чем беспокоиться! Однако материалисты должны трезво смотреть на вещи и стремиться к объективному изучению окружающего мира.

... Вернёмся ещё раз к законам термодинамики. Мы уже знаем, что её первый закон, закон сохранения энергии, не основан ни на каких более фундаментальных законах. Он является просто обобщением всей совокупности человеческого опыта, это истина, не выводимая из каких-либо других положений.

Но сейчас уже никто не сомневается в безусловной применимости закона сохранения энергии в нашем обычном мире, мире обычных масштабов и обычных интервалов времени.

Этот закон окончательно отвергает веру в возможность построения вечных двигателей, веру в возможность получения энергии «из ничего». Отвергает, но не объясняет, почему это невозможно! Не объясняет потому, что объяснение — это сведение к чему-либо более простому, более фундаментальному, а закон сохранения энергии сам принадлежит к наиболее фундаментальным законам природы и ничего фундаментальнее его мы не знаем.

Такие законы иногда называют постулатом. Постулатом в том смысле, который придаётся постулатам геометрии — не сводимым ни к чему более простому обобщениям геометрических свойств природы. Обобщениям всего опыта человечества.

Каких-нибудь сто лет назад этот закон ещё мог игнорироваться некоторыми учёными. Но в наше время убеждённости в достоверности и универсальности закона сохранения энергии столь велика, что в случае, когда эксперимент приводит к отклонению от него, учёные вправе ожидать нового открытия. Именно так в первой половине XX века из обнаруженного на опыте нарушения закона сохранения энергии при бета-распаде было предсказано нейтрино. Физикам было легче примириться с существованием неведомой частицы, не имеющей ни заряда, ни массы покоя, что уже само по себе казалось нереальным, чем поверить в нарушение закона сохранения энергии.

Однако и в наши дни вновь и вновь возникают теории, опирающиеся на возможность очень кратковременных нарушений закона сохранения энергии или на отступления от этого закона в процессах, разыгрывающихся в очень малых областях пространства.

Большинство учёных относятся к этим теориям с недоверием. Но наложить запрет на их создание невозможно, ибо они относятся к предельно малым областям пространства и временам-мгновениям, для которых закон сохранения энергии ещё не подтверждён экспериментом, хотя, конечно, и не опровергнут.

Можно считать, что возникновение мятежных теорий связано именно с постулативным характером закона сохранения энергии. Ведь мы знаем, что замена постулата Евклида о параллельных линиях другим постулатом привела не к катастрофе, а к созданию новых геометрий — геометрии Лобачевского и геометрии Римана. Геометрия Евклида оказалась

лишь частным случаем. В больших объёмах, содержащих тела очень большой массы, справедлива неевклидова геометрия.

«Второе начало термодинамики, так же как и первое, является обобщением огромного количества установленных опытным путём закономерностей» (БСЭ, том 42, стр. 318, изд. 2). Начало названо постулатом. До настоящего времени без такого постулата невозможно построить термодинамику и конструировать тепловые машины. Возможно, в будущем постулат будет выведен из фундаментальных законов микромира. Именно этот постулативный характер и то, что Второе начало термодинамики не очень просто осознать, приводит к тому, что и в наше время иногда появляются люди, охваченные надеждой на то, что они могут найти в обычных условиях случай, не подчиняющийся Второму началу термодинамики. Может быть, они не знают о том, что все их предшественники на этом пути потерпели поражение. Возможно, они надеются на особое счастье.

Им ясно одно: если Второе начало падёт, то падёт и принцип Карно, падёт запрет перевода тепла от холодных тел к горячим без затраты работы, и, может быть, тогда станет возможным получить энергию при помощи тепловых машин без затраты топлива!

Эта надежда на слепое счастье приводит к тому, что и в наши дни продолжают появляться проекты вечных двигателей!

Что же это за машины? Кто их авторы, эти упрямцы, не складывающие крылья мечты?

Перпетуум-мобиле XX века

Возможны ли они? — возмутится читатель.

Жертвой старого заблуждения стал совсем недавно известный радиоспециалист профессор С.И. Тетельбаум. Для него не было сомнения в азах электротехники: электрический ток — это движение электронов по проводам под влиянием электрического напряжения, приложенного к концам проводника. Также не было откровением и то, что на это движение всегда налагается хаотическое тепловое движение электронов. Если отключить внешнее напряжение — ток прекратится. Хаотическое движение сохранится, но совершающие его электроны не будут испытывать регулярного смещения вдоль проводника. Они движутся беспорядочно, поэтому обычные приборы — амперметры не регистрируют электрического тока: он равен нулю.

Но чувствительные усилители могут обнаружить хаотическое напряжение, связанное с хаотическим движением электронов. После усиления оно слышно как ровный шум в громкоговорителе или видно как мерцание экрана телевизора, когда телевизионная станция не работает.

Учёный, о котором идёт речь, конечно, знал также, что существуют электрические выпрямители, или детекторы, пропускающие через себя электрический ток только в одном направлении. Значит, рассуждал учёный, такой детектор способен пропускать и «хаотические» электроны только в одном направлении, задерживая идущие в обратном направлении. При этом детектор будет превращать хаотическое тепловое движение электронов в постоянный электрический ток! И осуществится небывалое: по проводам потечет ток без всякой батареи или другого источника электрического напряжения, без затраты электрической энергии.

Автор этого перпетуум-мобиле решил, что он нашёл способ преобразовывать хаос в порядок. Нашупал возможность превращения хаотического теплового тока в упорядоченный постоянный ток. По его мнению, перед человечеством открылась фантастическая перспектива: возможность черпать электроэнергию непосредственно из тепла окружающего воздуха.

Наука тоже получила «подарок»: уверение в том, что Второй закон термодинамики неверен!

Профессор ставил соответствующие опыты в лаборатории своего института и дома отдавал им всё свободное время, пытаясь воплотить свою мечту в реальное устройство. У него не получился перпетуум-мобиле. Результат всегда был отрицательным. Но всегда оставалась надежда на то, что в следующий раз... если принять ещё какие-то меры... Ведь

очень убедительными кажутся рассуждения, приведённые выше.

Обычная надежда творцов вечных не узнал — смерть прервала его настойчивые поиски.

Однако и эта иллюзия, и это заблуждение не прошли бесполезно. Конечно, профессор потерял много времени и сил, отнял время у других учёных, стремившихся понять корни его заблуждения. Выявить конкретный «механизм», воплощающий в этом случае действие Второго закона термодинамики, было нелегко. Но с этой задачей справился один из друзей неудачника, тоже известный радиофизик, член-корреспондент Академии наук СССР, осветив ещё одну особенность тепла.

Он показал и подтвердил это точным расчётом, что ошибка и ложная надежда в этом случае возникли из-за того, что при рассуждениях учитывались лишь тепловые движения электронов в проводнике. Что происходит в самом детекторе, не принималось в расчёт. Правильный результат может быть получен лишь из правильных предпосылок, из достаточно полного учёта всех существенных деталей процесса. А точный анализ показал, что без разности температур в замкнутом проводнике, содержащем детектор, тепловые движения электронов не вызывают постоянного электрического тока.

Вот если проводник и детектор будут иметь разную температуру, только тогда в этом своеобразном «электрическом водопаде» польётся «вода» — электрический ток. Электрическая энергия возникнет за счёт тепловой энергии — в процессе выравнивания температур горячей и холодной частей системы. И тепловая энергия, и, следовательно, электрическая иссякнут, как только исчезнет разность температур, то есть когда горячая часть системы остынет, а холодная нагреется, когда и проводник, и детектор вернутся к общему тепловому состоянию. Конечно, разность температур между ними легко создать и поддерживать при помощи внешнего источника тепла. Но тогда мы будем иметь дело с одной из известных машин, с теплоэлектрическим генератором или термоэлементом, полностью подчиняющуюся обоим началам термодинамики. Если поддерживать... внешний источник тепла... Эти оговорки нам напоминают, что и тут не идёт речь и не может идти о даровой энергии. За неё надо платить.

Профессор в своем увлечении погоней за даровой энергией не захотел или не сумел в достаточной мере проанализировать систему, с которой работал. Впрочем, анализ оказался весьма и весьма сложным. Только после того, как эта трудная работа выполнена и всё прояснилось, можно изложить её результаты просто и наглядно.

От НАУКИ К ЧУДУ

Вот ещё один случай увлечения вечным двигателем второго рода, возникший в середине шестидесятых годов XX века.

Корни этого заблуждения надо искать в такой обидной ситуации, как безвозвратные потери тепла в мировом пространстве: как ни топи помещение, а тепло уходит через окна, стены, пол, потолок! Не обидно ли топить улицу? И нельзя ли как-нибудь забирать обратно у зимней стужи награбленное ею добро? Чепуха? Пока ещё нет. Фактически нечто подобное осуществляет наш комнатный холодильник. Отбирая тепло от морозильной камеры с продуктами, он передаёт это тепло воздуху комнаты, в которой стоит. Нарушает ли он при этом Второй закон термодинамики? Нет. Переход тепла от холодного к тёплому идёт с затратой электроэнергии — холодильник питается от электросети.

Читатель, наверное, уже подумал: нельзя ли вынести морозильную камеру наружу, за стену дома, а теплообменник, обычно расположенный на задней стороне холодильника и передающий тепло в комнату, оставить внутри комнаты? И, отбирая тепловую энергию не от продуктов, а от окружающего воздуха, перекачивать её в комнату?

Многие, возможно, помнят газетную шумиху по поводу работ одной научно-исследовательской лаборатории. Речь шла о чудо-приборе, позволяющем отапливать дома за

счёт тепла, отобранного у зимнего воздуха, реальном и полезном приборе, доказавшем свою эффективность. Сенсация вызвала всеобщий интерес, порождая надежды на получение неограниченных количеств бесплатной энергии. Многие решили, что наконец найдена возможность создания вечного двигателя.

Прежде чем вынести суждение, прежде чем отмахнуться от этого нового перпетуум-мобиле, попробуем найти то звено в рассуждениях, которое сбilo с пути учёных. Проведём три мысленных эксперимента.

Предварительно включим в небольшой комнате электрическую плитку мощностью в один киловатт. Элементарный расчёт подскажет нам, что плитка, превращая электрическую энергию в тепловую, будет отдавать в комнату по двести сорок калорий каждую секунду.

Предположим теперь, что скорость повышения температуры комнаты будет при этом равна одному градусу в секунду. Конечно, такой быстрый подъём температуры не может длиться долго из-за всё возрастающей утечки тепла. Но для простоты ограничимся лишь начальным периодом.

Приступим теперь к нашим экспериментам.

Опыт первый.

Внесём в комнату кондиционер мощностью в один киловатт и поставим на столе. (Кондиционер подобен холодильнику, только он в жаркую погоду откачивает тепло от охлаждаемого помещения в более тёплое окружающее пространство, чтобы в комнате стало прохладнее, чем на улице. Кондиционер более удобен для нашего опыта, чем холодильник, потому, что он связан с внешним пространством своими обеими частями — и теплой и холодной.)

Включим его в электросеть и понаблюдаем за тем, как он работает. Мы убедимся в том, что с одной стороны из кондиционера выходит охлаждённый воздух, а с другой стороны — нагретый. Посмотрев на термометр, увидим, что при включённом кондиционере температура в комнате поднимается на градус в секунду (как в случае с электроплиткой). Повышения температуры следовало ожидать, так как вся энергия, затраченная двигателем кондиционера, в конце концов превращается в тепло и рассеивается в комнате.

Опыт второй.

Используем кондиционер по его прямому назначению. Установим его в предназначенный для него проём окна так, чтобы холодный воздух шёл в комнату, а нагретый наружу. Легко предвидеть, что температура в комнате будет понижаться.

Так и должно быть. Ведь двигатель и теплообменник кондиционера находятся за окном и отдают всё выделяющееся в них тепло внешнему воздуху, в то время как холодильный элемент находится в комнате и охлаждает её, отнимая тепловую энергию у воздуха, находящегося в комнате. Мы видим, что кондиционер перекачивает тепловую энергию из комнаты на улицу, охлаждая комнату до температуры более низкой, чем внешняя температура. Для передачи тепла от охлаждённого воздуха комнаты к жаркому летнему воздуху улицы приходится расходовать энергию в полном соответствии с законами термодинамики.

Её формулы дают нам возможность рассчитать этот процесс.

Если тепловая эффективность кондиционера составляет пятьдесят процентов, то температура в комнате будет понижаться со скоростью половины градуса в секунду. Термометр зафиксирует это понижение.

Опыт третий.

Теперь перевернём кондиционер так, чтобы нагретый воздух шел в комнату, а холодный наружу. При этом кондиционер превращается в электронагревательное устройство. Можно ли предсказать результат этого опыта? Конечно: комната начнёт нагреваться.

Кондиционер при этом играет роль электроплитки. Однако это утверждение описывает ситуацию лишь в общих чертах, это лишь качественное описание.

Количественный же расчёт покажет, что кондиционер, охлаждавший комнату в

предыдущем опыте со скоростью в половину градуса в секунду, будет теперь нагревать её быстрее, чем электроплитка равной мощности. Он будет нагревать комнату со скоростью полтора градуса в секунду.

Для получения такого результата при помощи электрической плитки понадобился бы не один киловатт электроэнергии, а полтора киловатта каждую секунду. Но при работе нашего кондиционера электрический счетчик по-прежнему будет фиксировать каждую секунду затрату лишь одного киловатта!

Мы встретились с удивительной ситуацией, противоречащей нашему первоначальному опыту с электроплиткой: на каждый затраченный киловатт в комнату каждую секунду вносится не двести сорок калорий тепла, а триста шестьдесят. Но здесь нет ничего противоречащего законам природы, нет чуда.

В отличие от электроплитки, которая обогревает комнату только за счёт потребляемой из сети электроэнергии, кондиционер дополнительно перекачивает тепловую энергию с улицы, отбирая её у внешнего воздуха. Поневоле появляется желание воспользоваться таким способом для обогрева помещений.

Если бы речь шла только об этом, то следовало бы говорить об остроумном изобретении, дающем экономию топлива, но не противоречащем законам природы. Потому что эти законы отнюдь не запрещают экономить топливо или электрическую энергию. И это реально. Но от чудесного изобретения один шаг до «чуда», позволяющего безгранично черпать даровую энергию. Дальше мечты приобретают прожектёрское направление.

Итак, говорят нам, мы научились на каждый затраченный киловатт электроэнергии получать не 240, а 360 калорий тепла. Выигрыш — полтора к одному. Теперь нужно реализовать этот выигрыш! Сделаем следующий шаг. Превратим даровое тепло в электроэнергию. Что для этого нужно сделать? Для этого достаточно применить тепловую машину, которая будет каждую секунду преобразовывать 360 калорий тепловой энергии, выходящей из нашего кондиционера, в электроэнергию. Тогда, исходя из полученного выигрыша, затрачивая каждую секунду один киловатт, мы будем получать в полтора раза больше!

Итак, мы богачи. Теперь мы можем позволить себе один киловатт каждую секунду расходовать на поддержание работы кондиционера, а лишнюю половину киловатта можно использовать на другие нужды.

Замечательно, рассуждали горячие головы: комбинация кондиционера и тепловой машины не только может поддерживать свою работу, но даст совершенно даровую энергию! Вот он — вечный двигатель...

Теперь дело инженеров. Пусть они создадут огромный кондиционер мощностью в миллион киловатт и тепловую машину в полтора миллиона киловатт, соединят их между собой — и все разговоры об энергетическом кризисе канут в вечность.

Так или примерно так рассуждали энтузиасты, возбуждённые сенсационным и некритическим репортажем.

Но история — разборчивая красавица. Не легко добиться её благосклонности. В её музее два ряда полок. В первом хранятся каменный топор, прялка и другие, сыгравшие свою роль, но устаревшие орудия и машины. Проекты вечного двигателя лежат в другом ряду. Из второго ряда мы извлекли этот случай.

Где же просчёт? — спросит читатель. Всё так логично, достоверно, заманчиво! В чём же порок идеи?

Пока мы с цифрами в руках обосновывали возможность экономичного обогрева жилищ с помощью перекачивания тепла с холодной улицы в комнату, в этом не было порока или противоречия с законами природы. Противоречие возникло дальше. Оно пришло с попытками утилизировать это тепло. Пытаясь реализовать прибыль тепловой энергии, мы тотчас её потеряем.

Вспомним Сади Карно с его беспощадным выводом о невозможности полного преобразования тепла в другие виды энергии. Ещё раз сравним разные возможности,

связанные с переходами одного вида энергии в другой. Кинетическая энергия летящей пули полностью обращается в другой вид энергии. Энергию пружины можно до конца затратить на поднятие груза. Каждая из этих форм энергий может быть утилизирована полностью.

Полностью, конечно, только в идеальном случае — при отсутствии трения. В действительности трение, электрическое сопротивление проводов или другие подобные процессы приведут к потере части энергии, к превращению её в тепло. Поэтому рано или поздно прекращаются колебания маятников, замолкают струны гитары и рояля. Но всегда эти потери можно уменьшить и преобразовать один вид энергии в другой почти полностью. Это справедливо для всех форм энергии. Только не для тепловой. На какие бы ухищрения ни пошли конструкторы тепловых машин, они всё равно не смогли бы полностью обратить тепло в работу. Лишь определённая доля тепла может быть превращена в механическую, электрическую или другой вид энергии. И с этим невозможно не считаться. И потери эти можно точно узнать заранее: мы уже знаем формулу, носящую имя Карно и написанную Клаузиусом. Она определяет коэффициент полезного действия идеальной тепловой машины или, другими словами, предельный коэффициент лучшей реальной тепловой машины.

Пренебрежение формулой Карно приводит к печальным заблуждениям, к «сенсациям» и недоразумениям.

Порок системы, предназначенной для превращения дарового тепла в электроэнергию, состоит именно в том, что партнёром кондиционера должна быть тепловая машина. Экономия топлива при помощи обращённого кондиционера не сможет компенсировать потери энергии в лучших тепловых машинах. Работая в паре, они всегда будут работать в убыток.

Соединив между собой реальный кондиционер, реальную тепловую машину и реальный генератор электрического тока, мы не только не сможем получать от них избыточную энергию без затраты топлива, но и не сможем добиться того, чтобы они работали вечно, даже не вырабатывая даровой энергии. Этот неутешительный вывод справедлив и в случае, если мы попытаемся отказаться от комбинации тепловой машины с генератором электрического тока и заменим её лучшим из современных полупроводниковых термоэлектрических генераторов (сразу превращающим тепловую энергию в электрическую, минуя механическое движение). Такой термоэлектрический генератор тоже подчиняется принципу Карно и преобразует в электроэнергию тем меньшую долю тепла, чем меньше разность температур между двумя различными полупроводниками, совокупность которых образует полупроводниковый термогенератор тока. КПД такого генератора ограничивается и неизбежной утечкой тепла через границу этих двух полупроводников.

При обсуждении наших мысленных экспериментов следует учесть и то, что при попытках их реализации невозможно добиться увеличения КПД тепловой машины, заставляя кондиционер обеспечить необходимый для этого большой перепад температур. Чем больше требуемая разность температур, тем ниже тепловая эффективность кондиционера. Если нужно получить достаточно большую разность температур, то тепловая эффективность холодильной машины любого типа приблизится к нулю. Не поможет этому и попытка включить две холодильные машины в каскад одну за другой. Получаемая при этом разность температур не удвоится. Помимо прочего, этому помешают увеличивающиеся утечки тепла в механизмах и в теплоизоляции.

Автор просит читателей не пытаться проверять сказанного выше при помощи чисел, приведённых при описании наших мысленных экспериментов. Они выбраны лишь из соображений простоты (конечно, тепловой коэффициент 0,24 калории на джоуль соответствует действительности). Нужно учесть, что в наших мысленных экспериментах мы для простоты рассматривали только начальный период после включения холодильника или кондиционера, когда даваемая ими разность температур мала и можно не учитывать обратного потока тепла через стенки холодильника или стены здания. Эти потоки уменьшают тепловой эффект и ограничивают достижимую разность температур, что, при учёте формулы Карно, ещё более увеличивает потери в системе кондиционер — тепловая

машина.

Следует подчеркнуть также, что всё сказанное относится к любым холодильникам или кондиционерам, как к наиболее распространённым, имеющим электродвигатель и компрессор, так и к термодиффузионным (не имеющим движущихся частей, а лишь нагреватель, теплообменник и испаритель, внутри которых циркулирует специальная смесь из жидкостей с низкой температурой кипения). Это же справедливо для систем, основанных на полупроводниковых элементах, которые превращаются из холодильника в нагреватель простой переменной направления проходящего через них постоянного электрического тока.

Для простоты рассуждений мы опустили много деталей процесса, упростили схему. Но мы уже знали, что можно опускать, так как учёные до нас проанализировали все аспекты «чуда» Бабыгородского переулка. Все те аспекты, которые не учли его авторы, из-за чего и впали в заблуждение...

... Насколько живуча идея перпетуум-мобиле, можно судить по словам одного из современных крупных учёных. Он сказал иногороднему коллеге:

— Обязательно покажите мне вашу статью, когда закончите. Только, посылая её по почте, предупредите меня открыткой, иначе я могу и не пойти на почту: извещение о заказной бандероли нередко означает очередной проект вечного двигателя...

БОЯЗНЬ ПУСТОТЫ

Кладбище погребённых надежд... Мы должны проверять старые идеи, хотя они и принадлежат прошлому, ибо это единственное средство понять важность новых идей и границы их справедливости.

Эйнштейн

Какого цвета снег?

Мысли этого человека в течение двух тысячелетий вызывали благоговение и восторг. Казалось, бог глаголет его устами.

А римско-католическая церковь словами и делами, отлучениями и кострами в течение веков поддерживала это мнение. Сегодня его учение считается препятствием, которое человечеству пришлось преодолеть, чтобы стать на путь прогресса...

И все-таки никто не отрицает, что имя автора этого учения — синоним мудрости. Оно известно буквально каждому. История помнит не только идеи этого удивительного человека, но и то, что был он небольшого роста, изящен, склонен к сарказму; она бережёт мельчайшие подробности его биографии, передавая их от поколения к поколению, несмотря на обилие новых забот и проблем, невзирая на нехватку бумаги.

Аристотель родился в 384 году до нашей эры в городке Стагире в Северной Греции, в семье врача. Отец считался учёным человеком. Когда он исцелял больных, на него взирали как на высшее существо. Если больной умирал, на врача не сердились, считалось, что умерший призван богами.

Отец Аристотеля вскоре переселился в Пеллу, где стал придворным врачом македонских царей. К нему обращались лишь богатые и знатные люди. Главным пациентом был сам царь Аминт, а затем его преемник Филипп.

Когда Филипп болел, он становился беспомощным, как дитя, а страх делал его щедрым. Придворный эскулап готовился передать свое дело Аристотелю. И всё складывалось к тому: юноша был умён, любезен, ловок. При дворе его любили, баловали, и всё предвещало

исполнение желаний родителя.

Но как это ни огорчало старика, Аристотель мало проявлял интереса к медицине — рассеянно выслушивал тайны профессии, тайны, за которые другой отдал бы полцарства. Не скрывал скуки при виде ноющих пациентов, когда им делали растирания или пускали кровь.

Правда, иногда отец начинал думать, что ещё не всё потеряно. Сын радостно сопровождал его в походах за травами для изготовления лекарств. В поле, в лесу Аристотель преображался. Его занимало всё. Не отрываясь он следил, как муравей тащит соломинку, как скользит меж камней ящерица в поисках пищи и убежища. Раскинув руки, бросался на траву и замирал, следя за полётом птиц.

На старого врача градом сыпались вопросы: почему птица летает и сколько на свете зверей; почему они разные и какие самые маленькие, а какие самые большие; почему подброшенный камень не замирает на месте, когда его отпустит рука, а продолжает лететь?

Да, мальчик задавал массу вопросов, но, увы, они не касались рецептов составления настоек из трав, не имели отношения к врачебному ремеслу.

И вечерами Аристотель не задерживался в душных парадных залах, где веселилась придворная знать. Он выскальзывал в сад; оглушённый тишиной, вглядывался в таинственное ночное небо. Маняще мерцали звёзды... Равнодушно светила луна... Луна... Птица в сияющем оперении? Корабль в неведомом океане?

Отец хмурился, выслушивая тысячи вопросов. С удовольствием рассказал бы он сыну всё, что касается недугов человеческого тела... Но птицы, звёзды...

Досадливо объяснял он, что и полёт птиц, и падение камня, и величественное движение небесных светил — всё происходит так, как угодно богам. И Аристотель верил этому: во всём, что он наблюдал, чувствовался порядок, закон. С ранних лет ему хотелось понять этот закон, раскрыть тайный промысел олимпийцев.

Мальчик стремился разглядеть порядок и там, где большинство образованных людей его времени видело лишь набор случайных, не связанных между собой явлений, объясняемых лишь гневом или мудростью богов.

Придёт время, и Аристотель найдёт этот закон, поймёт причины многих явлений. Найдёт неверный закон и ложные причины, и его блистательная жизнь станет для потомков примером величайшего самообольщения.

Но главное дело своей жизни он осуществит — докажет, что в мире царит порядок, что жизнью Вселенной управляет закон. А следовательно, мир познаваем.

Всё это случится позже, а пока Аристотель продолжал свою беспечную жизнь при дворе Филиппа Македонского, продолжал сердить отца и умилять придворных, выдумывая всё новые и новые загадки.

Не только старый врач, но и другие взрослые в ответ на «нелепые» вопросы Аристотеля иногда, посмеявшись, говорили: это знает разве что Платон... И никто не удивился, когда после смерти отца 17-летний Аристотель употребил доставшееся ему наследство на поездку в Афины, в школу знаменитого Платона.

На дверях школы Аристотель прочёл надпись: «Никто, не сведущий в математике, да не войдёт в этот дом».

Математика была богом Платона. Ей он поклонялся, на все вопросы искал ответа у неё.

Платон не любил поднимать голову от папирусов и снисходить к практическим делам. Он жил в грезах, мечтаниях и считал, что окружающий мир — всего лишь тень, отблеск идеи, созданной творцом. И эту идею можно познать только с помощью чистой науки. Например, он считал, следуя Пифагору, что планеты расположены на расстояниях, соответствующих гармоническим отношениям музыкальных тонов. Ему и в голову не приходило, что это нуждается в проверке. Он отвергал практическую деятельность как недостойную учёного и протестовал против использования математики в решении повседневных практических задач.

Очень неодобрительно Платон относился к своему ученику Архиту, ставшему другом Аристотеля. Тот вёл себя неподобающим образом — изобретал блоки, винты и даже

построил механического летающего голубя. И — какова дерзость! — применял при конструировании геометрические и математические расчёты, которым научил его Платон с совсем другой, возвышенной целью.

Астрономов Платон упрекал в том, что они слишком часто смотрят в небо. Евдокс Книдский, тоже ученик Платона, считающийся первым астрономом древности, возбудил гнев учителя тем, что, выполняя его поручение, не столько стремился найти теоретическое объяснение запутанного движения планет, сколько по собственной инициативе тратил время на наблюдение этих движений! Путешествуя по Египту, Евдокс обнаружил в Каире высокую башню и оборудовал в ней обсерваторию. Как только позволяли дела, он уезжал в Каир и вёл с этой башни тщательное изучение ночного неба. Свои занятия Евдокс скрывал от учителя. То, что он наблюдал, противоречило убеждениям Платона.

Тот учил: только равномерное круговое движение светил достойно неба. А Евдокс с удивлением наблюдал, как вместо этого равномерного движения планеты позволяют себе то замедлять бег, то ускорять его, а некоторые планеты двигались вспять! Обеспокоенный таким отклонением от идеала, Евдокс придумал своё, очень красивое и замысловатое небо: каждая планета укреплена на прозрачной сфере, похожей на сферу звёзд, но вращающейся не так, как она. Первая планетная сфера вращается внутри второй, вторая вращается внутри третьей, а та — внутри четвёртой и так далее, каждая со своей скоростью и вокруг собственной оси. Так Евдокс объяснял изменение долготы и широты и обратное движение планет. Для этого ему понадобилось 26 сфер.

Аристотель не только согласился с Евдоксом, но, стремясь к точности, увеличил число сфер до пятидесяти, чтобы относительное вращение их могло объяснить всё разнообразие наблюдаемых небесных явлений.

Казалось бы, Платон должен гордиться таким усердием учеников, но он частенько ворчал:

— Истинных астрономов я признаю мудрецами, но к ним причисляю не тех, которые, подобно Гесиоду и другим сходным с ним звездочётам, хотят служить науке, наблюдая восход и закат светил, а только людей, исследующих восемь сфер небесных и великую гармонию Вселенной — единственный предмет, достойный и приличный для человеческого ума, просвещённого богами.

Если бы Платон внимательно посмотрел на небо! Может быть, он иначе отнёсся к словам Аристотеля, который с жаром доказывал ему:

— Учитель, этот мир — не тень, не иллюзия, оглянись вокруг! Понаблюдай за жизнью. Наблюдение — единственный путь познания. Источником наших идей и понятий служат не числа, а окружающий нас мир. Чистая математика не приведёт нас к истинному знанию. Наука должна опираться на наблюдение!

Восприятие Аристотелем мира как объективной действительности, существующей независимо от наших чувств и ощущений, дало право В.И. Ленину написать в своих «Философских тетрадах» об этом учёном древности: у него «нет сомнения в реальности внешнего мира» — и противопоставить его материализм идеализму Платона.

Возле Платона Аристотель провёл двадцать лет. Перенял от него уверенность в том, что Земля покоится в центре Вселенной; что глаз видит потому, что от предметов исходят флюиды; что математика — единственное достойное мужа занятие.

В своих взглядах на окружающий мир они тем не менее остались разными — Аристотель и Платон. Один — жизнелюб, верящий в материальность мира. Другой — идеалист, затворник, прославляющий мир теней, символов, не доверяющий своим чувствам.

Как видно, большое влияние на Платона оказал его предшественник Анаксагор. Не веря в истинность ощущений, тот передал обманчивость чувств парадоксальным выражением — «снег чёрен». Даже цвета тел он объяснял только субъективным ощущением. Платон так и остался на всю жизнь под обаянием этого «чёрного снега».

Зато Аристотель не сомневался, что снег — белый.

Находки и просчеты

Хотя шел IV век до нашей эры, но умельцы делали эти примитивные механизмы по наитию, часто не понимая принципа их действия. Тогда не было ни механики, ни науки конструирования.

Аристотель берётся за всё. Изучает работу весов, блоков, проектирует и строит механизмы и машины. И эти труды заложили основы механики. На аристотелевых принципах она послужила человечеству много столетий, вплоть до новых времён, когда Галилей заменил их другими.

В трудах Аристотеля — отголоски его детских интересов, в них обилие разнообразных сведений о природе. Он по-прежнему задаёт, теперь уже только себе, массу вопросов: почему роса выпадает только в ясные и тихие ночи? Почему меняет направление ветер? Почему пары морской воды пресны? Отчего происходят землетрясения? Что такое радуга?

Но теперь он не ограничивается вопросами. Он придумывает объяснения. И они поражают современников фантазией и смелостью.

До сих пор неизвестно, как Аристотель пришёл к некоторым своим результатам. Какими методами пользовался? Какие делал расчёты? Например, он захотел узнать размеры Земли. В то время мыслящие люди уже догадывались о том, что Земля шарообразна. Корабли скрывались за горизонтом. По мере продвижения путешественника на юг он видел, что звёзды поднимаются к зениту. Земная тень при лунных затмениях кругла. Но сколь она велика, наша Земля? И Аристотель рассчитал её размеры. Ошибся он не намного. Его Земля больше реальной только в два раза.

Любуясь игрой света, он изучал свойства лучей. Слушая музыку, размышлял о звуках. Его акустические и оптические работы основаны на точном наблюдении, в них проявляется глубокая и верная интуиция. На вопрос, отчего происходит звук, он отвечает:

— Звук происходит оттого, что звучащее тело приводит в движение воздух. Воздух при этом сжимается и растягивается и ударами звучащего тела проталкивается всё дальше и дальше, отчего звук распространяется во всех направлениях.

Что такое эхо?

— Эхо, — говорит Аристотель, — возникает тогда, когда воздух встречает на пути своего движения стену и отбрасывается назад подобно мячу.

Такие вопросы возникают сегодня только у детей. Ответы содержатся в школьных учебниках. Но во времена Аристотеля над ними ломали головы мудрейшие.

Вы думаете, человечество осознавало своё невежество? Ни на один из вопросов, которые Аристотель и другие учёные задавали природе, не существовало ответа. И всё же человечество уже в ту пору было самонадеянно. Вот какую надпись сделали на могиле одного из предшественников Аристотеля благодарные и нетребовательные сограждане: «Здесь покоится Анаксагор, который достиг крайнего предела истины, познав устройство Вселенной». Названия трудов Аристотеля говорят о широте его интересов: «Физика», «О небе», «О возникновении и уничтожении», «Метеорология», «Механика».

И действительно, пока он придерживается простых наблюдаемых вещей, он точен и мудр. Но у него постепенно возникают вопросы глобального порядка, он задумывается над проблемой мироздания. И чем более усложняются задачи, возникающие перед Аристотелем, тем меньше их решения исходят из наблюдений. Постепенно кончаются достижения этого пытливого ума и возникают трагические заблуждения.

Ещё в детстве Аристотеля занимала загадка движения. С годами она справедливо кажется ему центральной проблемой физики. Аристотель снова, как в детстве, подбрасывает вверх камни, яблоки, горсти песка, наблюдает движение повозок и кораблей. Его по-прежнему занимает, мучает вопрос: почему брошенный камень, отделившись от руки, не замирает на месте, а продолжает лететь? Он не догадывается ещё о силе тяготения, а думает, что каждому предмету свойственны лёгкость или тяжесть и каждый предмет стремится к своему месту. Лёгкие тела стремятся вверх — к небу, тяжёлые — вниз, к земле. Он создаёт

теорию движения, утверждающую, что движущийся предмет направляется самой средой, в которой он перемещается. Летящее тело оставляет позади себя пустое пространство, и воздух, устремляющийся в освободившееся место, подталкивает его сзади. Но так можно понять только естественные движения, движения вверх и вниз, свойственные всем свободным телам. Как же быть с насильственными движениями, движениями повозок и колесниц, лодок и кораблей? Их надо тянуть или толкать. И тут нужно понять и объяснить, почему две лошади тянут повозку скорее, чем одна, а два гребца толкают лодку быстрее, чем один... Аристотель наблюдает, осмысливает, обобщает. В результате напряжённых размышлений возникает основной закон механики. Аристотель формулирует его так: движущееся тело находится под действием некоторой силы, и скорость его прямо пропорциональна приложенной силе и умеряется сопротивлением среды.

А если предмет движется в пустоте? — подаёт голос здравый смысл. Ведь предмету тогда ничто не сопротивляется... Следовательно, скорость тела станет бесконечной, а оно само — вездесущим?

Аристотель понимает, что теория зашла в тупик, но объявляет не ложность теории, а... невозможность существования пустоты. Эта невозможность подтверждается, по его мнению, и явлением присасывания — так природа «сопротивляется» возникновению пустоты.

В трудах Аристотеля появляется термин — «боязнь пустоты». Движимый этой боязнью, Аристотель уверовал в необходимость особого вещества, заполняющего Вселенную, — эфира. Он не считает нужным уточнять свойства этой новоявленной среды, лишь бы это была материя, а не пустота. Без наличия вездесущей материи его теория движения становилась противоречивой, а следовательно, неверной. Без непрерывной целостной среды невозможно объяснить «подталкивание» предметов.

Странное утверждение упрямо поддерживалось Аристотелем и его учениками. И как ни удивительно, дискуссии на эту тему достигли даже нашего времени. Потому что и ньютоново абсолютное пространство, и эфир, вещество, якобы наполняющее Вселенную, дожили до рождения теории относительности и даже продолжают иногда всплывать в научных публикациях наших дней.

Главный вывод, сделанный Аристотелем в результате этих рассуждений: во Вселенной не существует ни пустого пространства, ни мельчайших неделимых частиц материи.

Из-за боязни пустоты Аристотель отвергает гениальную догадку своих предшественников Демокрита и Левкиппа о том, что Вселенная состоит из пустого пространства и бесконечного множества атомов.

Атомизм надолго сходит со сцены науки. Вместо атомистической теории, которую история приписывает V столетию до нашей эры, Аристотель предложил человечеству свою модель мира — полную противоречий, но она была безоговорочно принята современниками, так как исходила от Первого мудреца того времени.

Вот какова эта величественная, но нелепая картина мира.

Мир, по Аристотелю, состоит из четырёх основных начал, свойственных природе: тепла и холода, сухости и влажности. Из них попарно получаются четыре вещества: жаркий и сухой огонь, жаркий и влажный воздух, холодная и влажная вода, холодная и сухая земля. Из этих четырёх первоначальных стихий, по мнению Аристотеля, состоит всё в природе. Да ещё Аристотель предлагает пятое начало — пресловутый эфир, из которого состоит только небо.

Он вынужден использовать какое-то магическое вещество, чтобы с его помощью объяснить круговое движение звёзд, в которое верил его учитель Платон. Если земным телам (вероятно, в силу их низменного происхождения) прощалось прямолинейное движение, звёзды должны были совершать только идеальное кружение. И Аристотель вышел из положения, предположив, что они прикреплены к сфере, состоящей из эфира, которому на все времена задано круговое движение. Планеты его заботили меньше: так как в них есть нечто земное, то и совершают они не идеальное движение, не чисто круговое, а более произвольное.

Разумеется, Аристотель не мог не задуматься над загадкой непрерывного движения небесных тел. Однако он не придумал ничего сверх того, что говорил ему в детстве отец — так угодно богам. И Аристотель учит уже сам: небесные движения вечны потому, что они вечно поддерживаются перводвигателем, вращающим все сферы, к которым прикреплены звёзды и планеты. Так, пользуясь помощью своих пяти начал и божьего промысла, Аристотель объяснял все явления окружающего мира.

Его рассуждения сложны, надуманны, громоздки. В свете сегодняшних взглядов просто нелепы. Жизнь Аристотеля — пример удивительного противоречия. С одной стороны — великая догадка: мир не лавка старьевщика, где навалено всего понемногу, не скопище случайных вещей и явлений. Природа скроена из определённых веществ по определённому плану.

С другой — вещества названы ошибочно, их связь не понята. Найдена главная руководящая мысль — миром управляет закон. Но, стремясь сформулировать этот закон, Аристотель снова ошибается. Исходя из предвзятого представления, основанного на плохо осмысленном наблюдении, он принимает видимость за сущность. Одна ошибка порождает следующую, всё здание придуманного Аристотелем мира — колосс на глиняных ногах...

Почему Аристотель ошибался

Давно нет Аристотеля. Ушло в небытие много учёных, сражавшихся за его учение и против него; протекли века. А споры вокруг научных взглядов Аристотеля не умирают. Они то затихают, то вспыхивают вновь с неожиданной силой. Снова и снова история задаёт разным временам и разным учёным один и тот же вопрос: в чём корни трагедии Аристотеля?

Почему этот вопрос продолжает волновать и нас, людей XXI столетия? Не потому ли, что ответ важен для формирования сегодняшних учёных? Не потому ли, что он помогает понять скрытую логику, направляющую развитие науки от момента её возникновения до наших дней?

Конечно, Аристотель обладал зорким глазом. Ему не откажешь в проникновенной наблюдательности. Он подмечал в обыденности тонкости, которые ускользали от других. В этом убеждают и его труды по оптике, акустике, механике, и удивительное даже для такого универсала творение — работа по зоологии, в которой описано пятьсот видов животных и сделана первая попытка их классификации.

И всё-таки Аристотель не обладал, по крайней мере, двумя качествами, без которых он не мог стать настоящим физиком и отсутствие которых предопределило все его заблуждения.

Откроем его «Механику» и прочтём утверждение, которое оставалось руководящим и неприкосновенным в течение двух тысяч лет: «Движущееся тело останавливается, если сила, его толкающая, прекращает своё действие»...

Попробуйте представить себе такую ситуацию: вы вышли из дома с детской коляской и покатали её по дорожке.

Уберите руку. Коляска остановилась?

Так и должно было случиться. Теперь перечитайте то, что утверждал по этому поводу Аристотель. Вы с ним вполне согласны, не правда ли? Вам не в чем его упрекнуть?

Вследствие простоты и очевидности подобных опытов никто из шестидесяти поколений учёных, наследовавших Аристотелю, не заметил, что идёт за ним по ложному пути. Заметил ошибку только Галилей. Ему удалось создать метод, которым не владел ни Аристотель, ни его последователи. Метод, без которого ни один физик прошлого или будущего не мог и не сможет обрести объективность.

Галилей не удовольствовался очевидностью. Он чувствовал: наблюдения над тем, как останавливается тележка, недостаточно для того, чтобы понять закон явления. Необходимо изучить детали процесса. Определить, что в нём главное, а что второстепенное и не может ли быть ситуации, когда второстепенные детали становятся преобладающими и заслоняют

главные черты события.

Галилей представил себе, что оси тележки отлично смазаны, а дорожка укатана до идеальной гладкости. И он увидел (да, именно увидел мысленным взором), что тележка, которой уже не препятствует трение, не останавливается. Она продолжает катиться вечно! Тогда и вывел он закон движения, верный закон: «Всякое тело сохраняет состояние покоя или равномерного прямолинейного движения, если только оно не вынуждено изменить его под влиянием действующих сил».

Так что же отличало Галилея от Аристотеля? Способность к абстрактному мышлению, способность вообразить идеальную ситуацию, которую в действительности наблюдать невозможно.

Галилей сумел продлить наблюдения за пределы обыденного в область идеализации. Он шёл от наблюдения. Но он понял, что зачастую второстепенное заслоняет главное. И он мысленно устранил эти помехи. Сопоставляя многие частные случаи, он сумел подметить в них общее, главное, что определяет суть процесса, что можно назвать законом природы.

Все крупные физики более поздних времён широко пользовались методом мысленных экспериментов. Эйнштейн отличался особой способностью ставить мысленные эксперименты. Размышляя о движении тел со скоростями, близкими к скорости света, и не имея возможности наблюдать такие эффекты, он представил себе, что сам движется за лучом света со скоростью света. «Я должен был бы воспринять такой луч света, — размышлял он, — как покоящееся, переменное в пространстве электромагнитное поле...»

Он мысленно видит электромагнитное поле застывшим. Гребни его волн чередуются в пространстве, но не сдвигаются с течением времени. Нереальная, невозможная в действительности ситуация! «Ничего подобного не существует», — признает Эйнштейн. Но такой мысленный эксперимент (который он придумал в 16 лет!) дал толчок основной работе его жизни — теории относительности.

Эйнштейн всегда в спорных вопросах прибегал к методу мысленных экспериментов, постепенно очищая их от второстепенного, доводя до логической безупречности и очевидности. В реальной действительности никогда не удаётся поставить совершенно чистого опыта. Но учёный должен уметь оторваться от видимости, отбросить второстепенное и понять суть явления. Способность к абстрактному мышлению заложена в мозгу человека, но не всякий владеет ею в должной мере. Эта способность нуждается в развитии, в тренировке. Человек, не владеющий ею, обречён ошибаться в сфере науки. Именно это, прежде всего, не дало Аристотелю подняться над очевидностью, помешало ему добраться до истины.

А теперь о втором источнике ошибок Аристотеля: неумении ставить целенаправленные систематические опыты...

Аристотель придавал большое значение наблюдению, но пренебрегал проверкой этого наблюдения и своих предположений.

Так, например, исходя из наблюдений и из повседневного опыта, Аристотель учил, что тяжёлый камень падает быстрее сухого листа. Аристотель объяснял это тем, что скорость падения тела пропорциональна его весу. Эта теория считалась истинной вплоть до работ Галилея. Логикой рассуждений и проверочным опытом Галилей опрокинул эту схему.

Допустим, размышляет Галилей, более тяжёлый предмет падает быстрее, чем легкий. Теперь вообразим такую ситуацию: оба предмета склеены воедино. Как будет вести себя при падении это новое тело? Его более лёгкая часть должна, по Аристотелю, замедлять движение тяжёлой части. Но, объединившись, оба предмета стали тяжелее более тяжёлого из них, а значит, это новое тело должно падать ещё быстрее. Тупик, абсурд. Единственный логический выход — предположить, что оба тела, и лёгкое и тяжёлое, падают с одинаковой скоростью.

Галилей не остановился на этом мысленном эксперименте, а проделал настоящий. Говорят, он взобрался на Пизанскую башню и сбросил оттуда, с высоты примерно 60 метров, пушечное ядро весом 80 килограммов и мушкетную пулю весом около 200 граммов.

Приземлились оба тела одновременно.

Когда сегодня студентам и даже школьникам показывают опыты, в которых дробинка и пушинка падают с одинаковой скоростью в сосуде, из которого откачан воздух, это лишь повторение экспериментов Галилея. Галилей был прирождённым физиком. Его вело настойчивое стремление к измерениям. Предание гласит, что, наблюдая раскачивание светильника в соборе, не привлекающее внимания большинства людей, Галилей предугадал постоянство периода колебаний маятника. Так как в то время не было карманных часов, Галилей измерил период колебаний светильника ударами своего сердца. Периоды колебаний светильника действительно оказались постоянными, и этим наблюдением он заложил основу наших представлений о кинетической и потенциальной энергии. Мимолётное впечатление породило в голове Галилея, этого первого истинного физика, целый поток идей.

Теперь мы знаем, что самое пристальное созерцание, самое внимательное наблюдение не всегда способно вскрыть детали явления. Для этого необходимо вмешаться в ход процесса. Провести целенаправленный опыт, ряд опытов.

Но Аристотель этого не знал. Не понимали этого и учёные, творившие более десяти веков после него. Не понимали и слепо верили авторитету Аристотеля. Авторитет плюс очевидность утверждений сделали его учение таким долговечным.

Итак, причиной заблуждений Аристотеля явилось вовсе не отсутствие способности к рассуждениям. Этим с большим искусством владела и Аристотель, и все представители натурфилософии, которая воплотила собою систему научной мысли древности.

Порок аристотелева метода познания — пренебрежение экспериментом — проистекает из социальных позиций эллинистического общества. Об устройстве его создано много красивых легенд. Многие древние авторы представляли потомкам это общество как прекрасную идеальную сказку. Но был в идеях этого строя изъян, сделавший бессильными научные достижения эллинов — они были искусными творцами гипотез (над которыми до сих пор трудится человечество), но сознательно клали предел своим возможностям. Они пренебрегали физическим трудом. Это занятие, по их мнению, удел рабов. Эллины считали ниже своего достоинства пользоваться инструментами, называя их орудиями пошлого ремесла.

Такая нелепая точка зрения тормозила развитие науки, обедняла возможности учёных. Эта позиция проявилась в трудах Платона, Аристотеля и многих других мыслителей древности. Их наука покоилась на зыбком пассивном созерцании, что привело к застою мысли и ограничило научные достижения древности.

Натурфилософы старались придумать общие законы, дать глобальное решение проблемы, а от неё уже спускались к частностям. Это мощный метод познания. Но этот метод мог дать плодотворный результат лишь в единственном случае, при одном — решающем — условии: если исходная идея верна. Если же она ошибочна, то вся последующая логическая нить рассуждений становилась бесплодной. Так и случилось с последователями Аристотеля, которые принимали видимость за сущность или просто строили длинные цепи умозаключений на догматах, пришедших к ним от Аристотеля. Натурфилософ не мог подвергнуть сомнению их истинность. Он не смущался тем, что обычно концы с концами не сходились и требовались всё новые и новые хитроумные гипотезы, чтобы цепочка рассуждений становилась правдоподобной. Именно в этом он видел сущность и задачу науки.

Но рассчитывать, что понимание истинных закономерностей снизойдет даже на мудрейшие из голов, как показала история, — дело безнадёжное. Общее всё-таки складывается из частных, тщательно проанализированных. Только из мозаики проверенных фактов складывается картина мира. Вот почему метод чистой натурфилософии не открыл человечеству истинной сущности мира.

Анализ творчества Аристотеля показал следующим поколениям неполноценность такого пути познания. Его догадки о строении мира оказались ошибочными именно потому, что он исходил из неверной руководящей идеи. Заблуждения великого мыслителя дали

хороший урок человечеству.

Эхо великих заблуждений

Аристотель не сомневался в истинности своих открытий, и ничто не мешало ему передавать свои взгляды ученикам. Его положение в стране было особенным. Оно объяснялось не только почтением к нему как к мудрецу и пророку, но и дружбой с самим королём.

Когда сыну Филиппа Македонского Александру исполнилось 14 лет, отец пригласил Аристотеля стать его воспитателем. И уважение высокопоставленного ученика, который говорил: «Я чту Аристотеля наравне со своим отцом, так как если я отцу обязан жизнью, то Аристотелю обязан тем, что даёт ей цену», вероятно, отражало отношение к нему окружающих.

Так или иначе, Аристотель имел возможность основать свою собственную школу и воспитать смену, послушную его взглядам на мир.

Аристотель жил в той части Афин, которая называлась в честь храма Аполлона Ликейского Ликеем. В этой местности находились просторные помещения для гимнастических упражнений. Здесь, возле колонн, и собирал Аристотель своих учеников. По созвучию с названием колонн — *peripatoi* — последователи Аристотеля были названы перипатетиками.

После смерти Александра Македонского власть в Афинах перешла к его противникам. Аристотель был им не угоден. Ему угрожала судьба Сократа. Желая избавить сограждан от вторичного преступления против философии, он покинул город и поселился в Халкиде, где вскоре умер в возрасте 63 лет.

Некоторые историки пишут, что он добровольно удалился в изгнание, так как его обвинили в оскорблении богов. Это обвинение уже было привычно в то время. Так изгнали за столетие до него Анаксагора — учителя Перикла, Еврипида и Сократа. Завистники Анаксагора приговорили его к смертной казни, и только знаменитые ученики добились замены казни пожизненной ссылкой. Анаксагор имел мужество шутить: «Не я лишился афинян, а афиняне лишились меня». Но Аристотель, как видно, не обладал таким чувством юмора и принял изгнание как трагедию.

История ещё не раз столкнётся с таким отношением к учёным со стороны деспотизма и догматизма. Церковь заставит Галилея отречься от истины; монаха Джордано Бруно инквизиторы сожгут на костре; на портрете Эйнштейна фашисты напишут «разыскивается преступник» и сожгут, к счастью, не его, а его книги. Нильс Бор будет вынужден на рыбацком судёнышке бежать в Швецию, а потом в Англию. Это случится, когда гитлеровцы вторгнутся в Данию. Энрико Ферми найдёт убежище за океаном.

Советский Союз приютит Бруно Понтекорво...

... Итак, Аристотель умер в изгнании, оставив после себя многочисленные труды и приведя в порядок и систематизировав главные научные знания, доставшиеся ему в наследство от предшественников. Последователи Аристотеля будут бережно хранить в неприкосновенности систему знаний, оставленную им учителем, боясь переставить в ней хоть слово, не решаясь ничего изменить, тем более подвергнуть какое-либо положение сомнению.

Виноват ли в этом Аристотель? Виноват ли в том, что после него ещё долго не находился столь же решительный, дерзкий ум, как его собственный, который мог бы внести необходимые коррективы в обширную, но ложную систему научных взглядов Аристотеля?

Нельзя сказать, что ни у кого из современников Аристотеля или ближайших последователей не возникало сомнений в его непогрешимости. Разумеется, здравый смысл заставлял учёных, читавших аристотелевы труды, недоумевать по поводу некоторых его выводов.

Например: если аристотелева теория движения верна, то как объяснить вращение

колеса? Толчок — и колесо завертелось. Оно не перемещается, место для подталкивающего воздуха не освобождает, какая же сила его движет?

Перипатетики были бессильны перед подобными вопросами. Такими каверзными замечаниями особенно отличался Иоанн Филипон, один из комментаторов Аристотеля, прозванный за учёность Грамматиком. Он жил в Александрии в первой половине VI века нашей эры и написал немало страниц, пропитанных едким сарказмом по поводу трудов Аристотеля. Но аристотелианцы ревностно защищали своего кумира.

Ни Грамматик, ни другие оппоненты Аристотеля не могли быть широко услышаны. Впрочем, высказывая сомнения, они не предлагали других решений. Впоследствии католическая церковь канонизировала учение Аристотеля, обвинённого при жизни в оскорблении богов. Его научная система была введена во все учебники и настойчиво «впрыскивалась» в головы молодёжи.

Церковь искусственно нарушила естественный процесс развития знаний. Если такие заблуждения науки, как эфир, теплород, вечный двигатель, активизировали научную мысль, ошибочные взгляды Аристотеля с помощью церкви долго тормозили переоценку ценностей.

Даже в XVI веке в просвещённой Англии, в Оксфорде, каждый магистр или доктор, если он допускал в лекции какое-нибудь сомнение в учении Аристотеля, вынужден был платить 5 шиллингов штрафа. Блестящий учёный Джордано Бруно, который вёл упорную борьбу с физическими теориями Аристотеля, долго не мог пробиться к кафедре сквозь заслон перипатетиков. Он вёл с ними публичные диспуты, блистательно опровергал их. По его собственному выражению, пятнадцать раз замазывал им рот так удачно, что они отвечали ему только бранью, но... Переезжал из Англии во Францию, из Франции в Германию и нигде не мог добиться возможности читать лекции.

Ещё долго во всех университетах мира существовало положение, при котором почитаемым был тот профессор, который «преподавал Аристотеля», а тот, кто преподавал другие взгляды, был беден и гоним. Так, падуанский профессор Кремонини (XVI век), из года в год читающий одно и то же изложение Аристотеля, получал в год 2 000 гульденов. А Галилей, которого, аристотелианцы уже изгнали из одного университета, в том же падуанском получает за лекции по математике гроши.

Галилей же утверждал: если бы Аристотель был жив, он назвал бы его своим лучшим учеником — ведь Галилей отважился бросить вызов его теориям, нашёл в себе мужество пойти дальше учителя. Не в этом ли смысл прогресса?

Кто знает, прав ли был Галилей на этот счёт. Об Аристотеле ходили мрачные слухи. Говорили, что он, подобно восточному деспоту, душил противников. Он скупал и уничтожал рукописи и копии рукописей, содержание которых противоречило его учению. Он требовал этого и от своих учеников, а те передавали этот «обычай» дальше. В результате человечество лишилось трудов древних атомистов и других греческих философов, с которыми боролся Аристотель. Мы знаем об этих трудах лишь из позднейших источников, по арабским переводам или по случайным копиям, оставшимся недоступными для поколений перипатетиков.

... Много веков спустя об Аристотеле напишут: «...величайший из древних философов, Аристотель, оставил потомству почти только ряд одних физических заблуждений...» Много трудов будет посвящено выяснению того, почему Аристотель и его школа не сумели подняться до высот истинного знания. Но, несмотря на то что Аристотель оставил потомкам лишь нерешённые проблемы, его значение в том, что он поставил их. Он дерзнул задать природе вопросы. Наметил круг тем, решению которых человечество до сих пор отдаёт свой умственный пыл.

Парадокс заключается в том, что для истории человеческой мысли не так уж важно — ошибался ли Аристотель в своих взглядах на мир или нет. Изучая его труды, последующие учёные оттачивали свою пытливость, искали истину, учились думать. Найди он правильные ответы на свои вопросы, он ускорил бы прогресс, несомненно, какие-то вехи истории сместились бы во времени. Но не намного. В прежние времена наука не оказывала столь

мгновенного действия на судьбы людей. В тех областях знаний, которыми интересовались древние и средние века, дата того или иного открытия не влияла столь решающим образом на судьбы человечества, как теперь.

Сегодня — иное дело. Мы знаем, сделай атомную бомбу фашисты, мир ещё долго имел бы другое, страшное лицо. Многое зависит от того, как скоро люди найдут способ открыть новые источники энергии. Это тоже мгновенно скажется на судьбах человечества.

Ошибки древних только оттянули интеллектуальную зрелость человечества, удлинители период незрелости. Может быть, дали окрепнуть человеческой психике. Неизвестно, так ли полезен для психического здоровья людей нынешний шквал знаний, новой информации, тех изменений, которые вносит в нашу жизнь всё усиливающийся поток открытий...

Величие Аристотеля в том, что его научная деятельность и страсть с необыкновенной убедительностью возвестили миру: мозг человека созрел для познания.

А ошибки, которые допустил этот блестящий, всеобъемлющий ум, научили последующие поколения учёных не доверять пассивному, умозрительному наблюдению. Натолкнули на путь эксперимента, помогли понять, что научный прогресс — это восхождение от частных случаев к осознанию общих законов явлений. Не вина Аристотеля, что в поисках законов движения он остался на нижней ступеньке познания.

Формулируя закон движения, Аристотель, по существу, выразил частный случай общего закона, когда трение определяет основные черты движения. А Галилей вывел закон движения в общем виде.

Но и Галилей был лишь на подступах к истине. Ньютон оставит его позади в объяснении общности законов движения — Галилей этого не постиг, не понял универсальных свойств силы тяготения. Эйнштейн пойдёт дальше Ньютона, и окажется, что вся доэйнштейновская механика есть только частный случай теории относительности. Эта всеобъемлющая система рассмотрит не только мир «спокойных» скоростей, который изучал Ньютон и с которым мы имеем дело в повседневной жизни, но и мир, где тела движутся со скоростями, близкими к скорости света.

Эйнштейн уже в наши дни так определил сверхзадачу физики: дать единый закон, объясняющий все явления в мире. Закон, вбирающий в себя все частные случаи, все видоизменения нашего мира: и мира космоса, и мира элементарных частиц. «Наша цель состоит в том, чтобы описать всё, что когда-либо случилось или может случиться, с помощью одной теории».

Осуществление этой мечты — далёкое будущее, но оно невозможно без осмысления ошибок прошлого. И это осмысление идёт параллельно с познанием нового, корректируя его и предостерегая от ложных шагов.

... Постепенно время помогло учёным рассортировать ошибки и находки Аристотеля. Помогло понять и оценить главное, что подарил человечеству Аристотель. Это главное — его догадка о закономерности всех явлений природы, великая догадка, сделавшая его имя бессмертным.

Высказать мысль о том, что мир подчиняется строгим законам и эти законы доступны человеческому разуму, обосновать это вопреки мистическим учениям таких авторитетов, как Пифагор и Платон, значило указать материалистическое направление познанию. Ещё много веков после Аристотеля раздавались возражения против возможности объективного изучения природы. Рецидивы идеализма живы и в наши дни. Но это лишь отголоски невежества. Аристотель помог людям ступить на почву объективного познания действительности.

НЕПРИЯТИЕ АБСУРДА

Существует сходство между поисками новых технических идей и поисками

счастья: в обоих случаях лучшим иногда оказывается окольный путь.

Чарльз Таунс

В плену «низкой» науки

Скупы и противоречивы дошедшие до нас сведения об Архимеде, величайшем механике и математике всех времён. Известно, что один из его друзей, по имени Гераклид, написал биографию Архимеда. Возможно, Гераклид был учеником Архимеда. Это имя встречается в сочинениях Архимеда, но научные труды самого Гераклида неизвестны. Несомненно лишь, что Гераклид был посредником между Архимедом и Досифеем, вошедшим в историю науки главным образом тем, что именно ему Архимед посылал с Гераклидом некоторые из своих работ.

В древности, когда письменные сочинения существовали только в рукописях, лишь наиболее важные или интересные размножались переписчиками. Творения Гераклида, по видимому, не пользовались известностью, ибо на него не ссылаются историки, жившие во времена Архимеда или вскоре после него и писавшие о нём, а таких было немало.

Биография Архимеда, написанная Гераклидом, так и не обнаружена до сих пор. Однако она существовала. Существовала в течение девяти веков: в VI веке нашей эры её читал один из комментаторов Архимеда — Евтокий Аскалонский.

Несомненно, Евтокий был самым добросовестным учёным среди позднейших комментаторов Архимеда, ибо отыскание почти тысячелетней и, вероятно, почти неизвестной в его время рукописи требовало большого труда. Ведь все его предшественники довольствовались тем, что переписывали друг у друга сведения, почерпнутые из чужих рук. На Евтокия мы и будем опираться, размышляя о творческой судьбе Архимеда. Правда, среди комментаторов Архимеда были и такие величайшие авторитеты, как Тит Ливий, Витрувий, Плутарх. И они не скупились на хвалы Архимеду. Тит Ливий пишет о нём: «...не имеющий себе равных наблюдатель неба и звёзд», Витрувий: «...такие гении очень редки», Плутарх: «... почти божественный».

Но нас, потомков, интересуют не слова одобрения или неодобрения современников великих учёных или толкователей их творчества. Нам важны их труды, их место в истории человеческой мысли и те уроки, которые можно извлечь из примеров прошлого. Жизнь великих людей всегда поучительна. Важно понять, на чём основаны их успехи, в чём причины неудач и заблуждений.

Судьба Архимеда оказалась неповторимой — ни высотой достижений, ни пропастью неудач.

Каких же высот достиг этот человек, если слова восхищения обращены к нему, бунтарю, сломившему одно из самых стойких заблуждений его времени — пренебрежение к технике, этой «низменной», как тогда считалось, сфере деятельности. Столь странное положение чуть не стало причиной отказа Архимеда от своего призвания.

Семья Архимеда не принадлежала к знати. Его отец Фидий, известный в родных Сиракузах и на всей Сицилии астроном и математик, хотел обучить своей профессии и сына. Уже это говорит о незнатности и скромном достатке рода Фидия — в то время знатные и богатые люди обучали своих детей прежде всего философии и литературе, а математике лишь постольку, поскольку она соприкасается с философией. Знатным не подобало заниматься вычислениями и измерениями. Во времена Архимеда (III век до нашей эры) благородной считалась лишь деятельность созерцателя, а человека, который снисходит до «чувственного» общения с миром, презирали и порицали.

Можно ли в наше время найти здравый смысл в этом несомненно ошибочном мировоззрении?

Одна из легенд рассказывает, что к современнику Архимеда Евклиду обратился юноша с просьбой взять его в ученики. Юноша спросил: какую пользу он получит, став геометром?

Вместо ответа Евклид велел своему слуге: «Дай этому человеку три обола (древняя монета), он ищет от геометрии пользы».

Фидий, как все античные ремесленники, передавая свою профессию сыну, надеялся, что тот достигнет в ней полного совершенства. Под руководством отца Архимед досконально изучил «Начала» Евклида и впоследствии не только неоднократно ссылался на них в своих книгах, но и взял за образец своей деятельности. Близкие Архимеда не сомневались, что он станет достойным преемником отца, будет астрономом, хранителем календаря и предсказателем затмений. Но никто не знал, что это вовсе не отвечало его желаниям. Архимед испытывал неудержимую тягу к изобретательству. У него с детства проявляются незаурядные способности к технике. Его влечёт к этой «низкой» науке; обуревают мечты, слишком дерзкие для безвестного провинциального звездочёта.

Впоследствии оказалось, что Архимед — гениальный инженер. Но в юности он стыдится своего пристрастия, скрывает его. Следуя общепринятым взглядам, старается не придавать значения своему влечению, прячет подальше от окружающих и от себя самого своё призвание. Так он совершает первую ошибку: вместо того чтобы развивать способность к технике, готовится стать астрономом и математиком.

Судьба идёт ему навстречу.

Один из родственников Фидия, простой гражданин Сиракуз Гиерон, отличился в сражениях с войсками Рима и Карфагена, теснившими Сиракузы с обеих сторон. Успехи Гиерона были столь велики, что в наступившей передышке ему удалось захватить неограниченную власть в Сиракузах. Это не могло не отразиться на благосостоянии его родственников. Иначе вряд ли Фидий смог бы послать своего сына для продолжения образования из провинциальных Сиракуз в один из научных центров тогдашнего мира.

В области математики, астрономии, филологии и медицины, этих «низменных наук», столицей мира к тому времени стала Александрия, затмившая Афины, продолжавшие первенствовать в области «высших наук» — философии и изящной литературы.

Естественно, что Архимед отправился в Александрию.

Обильная нищета

Учёные в Александрии группировались вокруг Александрийского музея. Они получали жалованье от государства, жили при храме Муз, обедали совместно, и обеды сопровождались беседами и диспутами. Государство выделяло средства на инструменты для астрономов, на дорогостоящие экспедиции естествоиспытателей и географов. Благодаря этому один из крупнейших географов и математиков Эратосфен, современник и друг Архимеда, провёл весьма точное для того времени измерение размеров Земли, что потребовало далёкого путешествия к экватору. Власти даже разрешили врачу Герофилу вскрывать трупы людей, что прежде считалось кощунством, и он открыл, что органом мышления является мозг, что артерии наполнены кровью, а не воздухом, как думали до него. Герофил вызвал переполох, выступив против учения о душе, якобы находящейся в сердце человека.

В Музее в то время трудился и крупный математик Конон, воспринявший наследие работавших здесь ранее Евклида и Аристарха Самосского, прославившегося астрономическими измерениями. Бывали здесь и многие другие мыслители.

Для учёных самой притягательной особенностью Музея была замечательная библиотека, одно из чудес античного мира. Она содержала почти все греческие книги в подлинниках или тщательно выполненных копиях и множество древних рукописей и табличек из Египта и других стран. Было время, когда по всей Греции систематически собирались рукописи. Владелец должен был довольствоваться копией, подлинник направлялся в Музей. Несмотря на то что судьба этого изумительного собрания книг была печальной и перекликалась с судьбой самой греческой науки, которую одни властители берегли и лелеяли, другие выжигали огнём костров, разрушали мечом и гонениями,

библиотека и Музей сыграли решающую роль в формировании античной науки.

Казалось бы, в среде избранных коллег, уникальных рукописей, впитавших в себя мудрость веков, талант Архимеда должен раскрыться в полную меру. Но случилось иначе. И не по вине Архимеда.

Во времена Архимеда научный центр Александрии представлял собой не редкий в истории образец несовпадения формы и содержания, желаний и возможностей.

Учёным предоставлялось многое, кроме права думать самостоятельно. Диапазон возможностей учёных Александрии был скован узкими рамками, которые можно проиллюстрировать словами из учения Магомета: «Если науки учат тому, что написано в Коране, они излишни; если они учат другому, они безбожны и преступны».

И это ограничение прежде всего отражалось в подборе книг библиотеки. Архимед ожидал, что при всеобъемлющей полноте александрийской сокровищницы (а в пору расцвета 400 000 свитков хранилось в самом Музее и 300 000 — в храме Юпитера Серапсиса) в ней должны быть труды по математике, и по физике, и по механике. И Архимед часто проводил здесь ночи без сна, в тишине и покое, предаваясь своей страсти — страсти к познанию. Но его ум не находил удовлетворения. Он не встречал живого слова! Труды по физике были пропитаны косным духом Аристотеля, по математике ограничены сферой идей Платона и Пифагора. По механике Архимед не находил ничего!

К одной из странностей научного мировоззрения того времени относится не просто пренебрежение к механике, о чём мы уже говорили, но полное непонимание потребности создания теории машин и механизмов. Разумеется, механизмы строились издавна. Без них невозможно было ни развитие сельского хозяйства, ни усовершенствование ремёсел, ни успехи на войне. И конечно же, во все времена рождались умельцы, которые более или менее удачно строили разные приспособления, машины и механизмы. Но руководствовались эти мастера лишь интуицией и опытом предшественников. Никакой теории не существовало. Время для неё не наступило.

Архимед находил среди множества рукописей знаменитой библиотеки Александрийского музея сколько угодно пищи для «парения» в облаках. Но не это его привлекало. Он не находил ничего по интересующим его вопросам. Подбор трудов, составляющих главное богатство Музея, отвечал духу того времени — атмосфере догм, не допускающих рождения свежей мысли.

В птичнике муз

В этот период жизни Архимеда в нём разгорался огонь протеста. Но внешне он ещё ничем не проявил его и ничем не отличался от окружающих его учёных. Он занят работами, не выходящими за пределы интересов Музея и времени.

Прежде всего это астрономические исследования, начатые им ещё дома под руководством отца. Ни одна из астрономических работ Архимеда до нас не дошла. Но они, несомненно, были превосходны, о чём свидетельствует отзыв Тита Ливия. На некоторые из них Архимед ссылается в своём позднейшем математическом сочинении «Псаммит» («Исчисление числа песчинок в объёме, равном сфере неподвижных звёзд»). Здесь он описывает специальный прибор для измерений диаметра Солнца и приспособление для измерения размеров зрачка глаза, изобретённые им. Архимед при этом не только проводит необходимые измерения, но первым оценивает их погрешности, учитывая размер зрачка человеческого глаза.

Таким путём он получил удивительно точный результат. Верхняя оценка диаметра Солнца равнялась $1/656$ от круга Зодиака, нижняя — $1/800$.

Так Архимед впервые, правда косвенно, выступил против Аристотеля — своими измерениями он подтвердил результат Аристарха ($1/720$), проклятого Аристотелем и объявленного безбожником, ибо Аристарх задолго до Коперника говорил о том, что Земля вращается вокруг Солнца. Одновременно Архимед отверг результат своего отца, Фидия

(1/1080). В наших обозначениях величины, полученные Архимедом, составляют $0^{\circ}32'9''$ и $0^{\circ}27'0''$. Современные точные измерения видимого диаметра Солнца дают $0^{\circ}32'5''$ и $0^{\circ}31'5''$ — в зависимости от времени года, то есть от расстояния Земли от Солнца.

По-видимому, Архимед не долго занимался астрономией. Его по-прежнему влечёт к механике.

Древние авторы приписывают Архимеду 40 механических изобретений. Однако большинство из них нам не известны. Из тех, что стали известны потомкам, наиболее замечательным является водоподъёмный винт, называемый до сих пор винтом Архимеда. Галилей писал, что это изобретение «не только великолепно, но просто чудесно, поскольку мы видим, что вода поднимается в винте, непрерывно опускаясь». При помощи этого винта поднимали воду Нила для полива орошаемых земель, и он практически полностью вытеснил громоздкие и неэффективные водоподъёмные колёса, применявшиеся со времён фараонов. Архимедовы винты были использованы для осушения низменностей, а в глубоких шахтах стояли каскады винтов, каждый из которых поднимал воду к следующему, на высоту до четырёх метров. Мы и сейчас применяем такие изобретения Архимеда, как бесконечный винт, связанный с шестерней (червячная передача), полиспаст, вогнутые зеркала и, возможно, многие другие, дошедшие до нас безымянными.

Слава Архимеда-изобретателя растёт. Учёные преклоняются перед даром, который демонстрирует этот сиракузянин. И все-таки занятия механикой, как видно, подорвали репутацию Архимеда среди обитателей Музея. Вероятно, это было одной из причин, побудивших Архимеда покинуть Александрию и возвратиться в родные Сиракузы.

Помимо этой причины и естественной тоски по родине, был ещё один повод, заставивший Архимеда стремиться к уединению. У него созрели грандиозные планы, он поставил такие задачи в области физики, математики и механики, для решения которых явно не хватало человеческой жизни, даже в том случае, если науке будет отдано каждое мгновение.

А в научной среде того времени и тем более в среде интеллектуальной элиты Музея не приветствовалась такая целеустремлённость и фанатичная преданность идее. Музей был пропитан атмосферой преклонения перед властями, субсидировавшими благополучную жизнь учёных. Львиную долю своего времени, сил, способностей учёные тратили не по назначению — не на науку, а на политес.

Для ведущих учёных Музея стало традицией слагать оды и гимны в честь царствующего дома, по поводу торжественных празднеств и соответствующих событий.

Сказанное можно подтвердить многими примерами. Вот один из них. Земляк Архимеда поэт Феокрит тщетно пытался добиться покровительства богатых и могущественных граждан Сиракуз. Он посвящает свои произведения многим из них, в том числе правителю Сиракуз Гиерону. Не встретив признания, он посвящает очередную идиллию Птолемею II Филадельфу. В ней рассказывается о юноше, покинувшем возлюбленную, чтобы вступить в войско царя Филадельфа. Конец идиллии — безмерное прославление этого царя. Филадельф, в отличие от Гиерона, оказался падким на лесть. Феокрит был приглашён в Музей, где он продолжает разрабатывать свою тему. Под видом Зевса и Геры он прославляет Филадельфа и его жену Арсиною.

Может быть, ещё более характерна другая история. Женой Птолемея III Евергета была Вереника, дочь и наследница киренского царя, просватанная за Евергета ещё ребёнком. Мать Вереники, опасаясь попасть в зависимость от Евергета, решила выдать Веренику за своего любовника Деметрия. Вереника, которой тогда минуло только 15 лет, не желая отказаться от престола Птолемеев и наследовать Деметрия от матери, зарезала его своими руками.

Поэт Каллимах — руководитель Александрийской библиотеки — прославил в стихах это убийство!

Мало того. Позднее Вереника принесла свои волосы в дар богам, чтобы вымолить успех Евергету в его походе на Сирию. По возвращении Евергета оказалось, что волос Вереники в храме нет. Евергет пришёл в ярость: считалось, что, завладев волосами человека,

можно колдовством навлечь на него любые несчастья, даже смерть.

Тогда Конон, крупнейший астроном и математик Музея, спас положение, заявив, что он обнаружил на небе новое созвездие, которое есть не что иное, как волосы Вереники, вознесённые туда богами. Каллимах описал стихами превращение волос Вереники в созвездие. Сейчас мы можем видеть Волосы Вереники не только на небе, но и на всех звёздных картах.

Не избежал придворной суеты и Эратосфен, изучавший в своё время в Афинах философию и изящную литературу. Эратосфен занимал должность руководителя Библиотеки после смерти Каллимаха и был воспитателем наследника, будущего Птолемея IV Филопатора. Эратосфен унаследовал от Каллимаха и его поэтические «обязанности». Одно из сочинений Эратосфена называется «Арсиноя», и этой Арсиной была вдовствующая царица, жена Филадельфа, о которой писал Феокрит.

Эратосфен не только прославлял стихами Птолемея, но писал галантно-философские сочинения: трактаты «Об искусстве жить не скорбя», «О добре и зле», «О богатстве и бедности». Он написал и ряд исторических трудов, сочинения, посвящённые литературе и грамматике. Всё это, несомненно, отвлекало его от занятий астрономией и математикой.

Один из тогдашних поэтов-скептиков написал о Музее, этом сборище одомашненных мыслителей, такие строки: «В разноплеменном Египте откармливают легионы книжных червей ручных, что ведут бесконечные споры в птичнике муз...»

Архимед, находясь в столице Птолемея, не смог или не захотел включиться в придворную жизнь, которую вынуждены были вести учёные Музея. Он не занимался философией и изящной литературой. Во всяком случае, он не оставил трудов в этой области. Архимед был чужд всему, кроме своей науки. Он возвратился в Сиракузы.

В мудрости все превзошел...

Чем же заняты мысли Архимеда? Чему отдавал он свои умственные силы? В какие открытия это вылилось?

Из дошедших до нас трудов видно, что Архимед размышляет над вопросами физики, астрономии, механики. Он много лет отдаёт обдумыванию, пожалуй, одного из самых замечательных из известных нам физических сочинений — трактата «О плавающих телах». Здесь содержится знаменитый закон Архимеда и в строгой форме решены основные задачи гидростатики, в том числе и те, которые позволили надёжно проектировать и строить крупные мореходные суда. До Архимеда строительство кораблей, способных выдерживать морскую качку, было искусством, передаваемым ремесленниками-корабелами от отца к сыну. Секреты их хранились как величайшие ценности. Они накапливались как результат многовекового опыта и интуиции, основанных на личной практике, на базе проб и ошибок, делавших каждый шаг вперёд столь трудным и неопределённым. Ибо метод проб и ошибок в технике требует не меньших издержек, чем естественный отбор в эволюции живых существ.

Лишь через полтора тысячелетия после Архимеда голландскому учёному Стевину удалось сделать первый шаг за пределы основ, заложенных Архимедом в его трактате.

Только очень впечатлительный человек, к тому же не знакомый со спецификой научного творчества, мог сочинить сказку о мысли-молнии, пронзившей мозг Архимеда так внезапно, что он, выскочив из ванны, обнажённый промчался по улицам города с криком «Эврика!».

Труды Архимеда, посвящённые практическим задачам измерения и вычисления, дошли до нас далеко не полностью.

Книга «Измерение круга» была известна в VI веке Евтокию, о котором уже упоминалось. Он пишет: «Эта самая книга, как говорит Гераклид в „Жизнеописании Архимеда“, необходима для житейской практики...»

В ней Архимед решает задачу о квадратуре круга и определяет число «пи» — отношение длины окружности к диаметру круга. Он впервые установил, что это отношение

меньше, чем $31/7$, но больше, чем $310/71$. Если перевести эти простые дроби в десятичные, то получится правильный результат с точностью до третьего знака: 3,14. Этого достаточно для большинства обычных случаев. Ведь и сейчас каждый из нас знает и применяет именно эту величину, подаренную нам Архимедом.

Гераклид упоминает и о других аналогичных трудах Архимеда. Самый замечательный из них — дошедший до нас «Псаммит», иногда называемый «Об исчислении песчинок». Это, по-видимому, не оригинальный труд, а популярная книга, написанная для того, чтобы изложить Гелону — сыну и соправителю сиракузского царя Гиерона — содержание неизвестного нам трактата Архимеда «Основы арифметики».

Цель «Псаммита» — показать, что не существует «самого большого числа». Ибо можно найти число, пригодное для определения такой невообразимой величины, как количество песчинок, даже если бы они заполнили собой весь мир. Стремясь доказать это в форме, доступной неспециалисту, Архимед обсуждает задачу измерения величины Солнца и расстояния до него. Он создаёт способ вычисления, позволяющий ему записать число, имеющее в нашей современной системе исчисления значение единицы с 63 нулями!

К «Псаммиту» примыкает забавная задача, изложенная в стихах и посланная Эратосфену (по другим данным — Аполлонию). Нам известно два русских перевода этих стихов, написанных на классическом ионийском наречии. В них излагается условие задачи, состоящей в вычислении количества быков в стаде бога Солнца.

В этих стихах Архимед формулирует задачу, не доступную античной математике. Ею занимались многие и в новое время. Оценки показывают, что общее число быков имеет порядок

$$7766 \times 10^{206541}$$

Для того чтобы в современной десятичной системе чисел записать ответ полностью, уместя по 2 500 цифр на странице, понадобился бы том в 660 страниц!

Так шутил Архимед, заключая свой вывод словами: «... Если ты это найдёшь... в мудрости ты всё до конца превзошёл».

Недавно обнаружено сочинение Архимеда «Стомахион», посвящённое популярной головоломке древности. Из 14 пластинок простой формы, образующих в совокупности квадрат, можно составить множество фигур. Этой игрой забавлялись многие поколения греков, римлян и арабов. Архимед использовал её как повод для серьёзного геометрического исследования.

Во все эти труды Архимед вложил много сил, но не сердце. Сердце его отдано самому заветному делу жизни — механике. И здесь он, как мы знаем, достигает больших высот. Но на пути главного успеха его поджидают и главные разочарования.

Не пожелал или не смог?

Плутарх писал: «Архимед был так гениален, имел такой блестящий ум и столь великие богатства в области теоретической науки, что не пожелал оставить после себя какие-либо сочинения о том, чем приобрел он имя и славу не человеческих, а как бы божеских познаний, — об устройстве изобретённых им машин».

Вряд ли следует понимать эти слова, как иногда делается, в том смысле, что Архимед пренебрегал своими изобретениями и считал их недостойными. Для этого нет никаких оснований. Если молодой Архимед стыдился признаться в своём пристрастии к технике, то зрелый Архимед видел в механике важнейшую область практической науки. И он заставил современников уважать его достижения. Ведь он занимался очень нужными механизмами, необходимыми для выполнения важных или тяжёлых работ, оборонительными машинами для защиты своего родного города от римлян. Архимед никогда, насколько нам известно, не занимался созданием механических игрушек, деятельностью, столь распространённой начиная от глубокой древности.

Почему же Архимед не описал ни одного из своих механизмов? Действительно ли он

«не пожелал»? Или были тому иные причины? Никто из окружающих не знал, что за гениальными изобретениями, которые, казалось, созданы с лёгкостью волшебника, скрывается титаническая работа и трагедия бессилия. Самому Архимеду были недостаточны его наитие, его магия — он хотел не внезапных, необъяснимых озарений, а надёжных правил для создания новых машин. Он мечтал, чтобы механика стала такой же чёткой наукой, как геометрия, чтобы в ней не было тайны, чтобы всякую машину можно было заранее рассчитать, как рассчитывает геометр параметры треугольников и других фигур.

Архимед поставил перед собой задачу придать «низкой» науке — механике — ту же строгость и завершённость, которую придал геометрии Евклид.

Образцом Архимед избирает «Начала». А объектами, на которых он хочет провести свои первые попытки теоретического построения механизмов, берёт рычаг и балку. Это простейшие механизмы, но далеко не простые. И в этом Архимед скоро убедился.

Он начал с рычага.

Рычаг был известен человеку в глубочайшей древности. Это чудесная машина, позволяющая малой силой поднимать большой груз. Рычаг составляет основу весов, роль которых от доисторических времён до наших дней не нуждается в комментариях. Ещё за несколько десятилетий до Архимеда чудо рычага объясняли столь же непознаваемыми свойствами круга:

«... Нет ничего парадоксального в том, что круг — первопричина всех удивительных явлений. В самом деле — всё то, что наблюдается в рычаге, приводится к весам, а всё, что вообще относится к механическому движению, сводится к рычагу».

Эта цитата взята из сочинения «Механические проблемы», ранее приписывавшегося Аристотелю. Однако анализ показывает его позднейшее происхождение. Но Архимеда, воспитанного с юности в принципах Аристотеля и впитавшего в себя уважение к безупречной строгости «Начал», не могла удовлетворить ни эта мистическая болтовня о таинственной силе круга, ни рассуждения самого Аристотеля: «Для равновесия необходимо, чтобы на вес, приложенный в конце каждого плеча, действовала одна и та же сила» («О небе») или «Скорость меньшего тела так относится к скорости большего, как большее к меньшему» (там же). Из этих высказываний, а ничего более определённого у Аристотеля нет, можно заключить о том, что он знал принцип рычага, но понимал в этом случае под термином «сила» то, что мы сейчас называем «моментом», то есть произведение силы на длину плеча. Он, по-видимому, представлял себе и роль импульса при движении рычага, но не сумел описать этого в духе своих собственных требований к научному изложению.

А Архимед сумел.

Он создаёт теорию рычага, удовлетворяющую всем требованиям аристотелевой логики и построенную аналогично «Началам». Мы узнаём об этом из первой части первой из дошедших до нас книг Архимеда «О равновесии плоских тел».

Книга начинается с формулировки ряда постулатов, взятых непосредственно из опыта. Они столь же безупречны, как постулаты Евклида, и сохраняют силу до наших дней. Приведём для примера первый из них:

«Равные веса, находящиеся на равных расстояниях от точки опоры, находятся в равновесии, а равные веса, находящиеся на неравных расстояниях, не находятся в равновесии, но перевес происходит в сторону того веса, который находится на большем расстоянии».

Следует отметить, что Архимед в этом труде пользуется понятием центра тяжести, нигде не давая ему определения. Исходя из других работ Архимеда, где он, используя готовые результаты, всегда указывает их автора, а если автор не указан, то это его собственный ранний результат, можно считать, что определение центра тяжести дано в утраченной книге «О рычагах». Об этом прямо сказано в книге Архимеда «О квадратуре параболы». В других источниках упоминаются ещё два не дошедших до нас сочинения Архимеда — «О равновесии» и «О призмах и цилиндрах».

Возможно, что в первом из них Архимед рассматривал проблему центра тяжести,

являющуюся основой учения о равновесии.

Вслед за формулировкой постулатов Архимед в строгом стиле Евклида доказывает ряд теорем, заключающих в себе начальные положения статики — нового, созданного им раздела механики. При доказательствах он применяет традиционные методы, неуязвимые для возможных критиков.

Архимед публикует свой труд. Значит, он им удовлетворён.

Он переходит к следующему объекту — балке. Но балка оказывается слишком сложным элементом для анализа,

и эта задача решена Архимедом не безупречно. Рычаг был первой и единственной полной победой на пути создания науки, которая сегодня входит во все программы технических вузов под названием «теория механизмов и машин».

Даже её простейшая часть — статика была труднодоступной античному учёному, а динамика — наука о движении — в то время ещё не существовала. Архимеду не удаётся создать теорию механизмов и машин. Но он не сомневается в возможности реализовать своё намерение. Он уверен в том, что механика может стать и станет полноценно аргументированной наукой. Решение задачи о рычаге — лишь первый шаг. Законы рычага столь надёжно обоснованы геометрически, что Архимед решает сделать следующий шаг — создаёт на этой основе новый, непривычный для современников, но весьма продуктивный метод решения геометрических задач. Перечитайте первый постулат о работе рычага. При некотором воображении эта сбалансированная система — грузы, подвешенные к двум плечам рычага, — представляет как бы материализованные треугольники. Они равновелики, если плечи и грузы одинаковы, их можно изменять, изменяя плечи и грузы. Основываясь на полученных и доказанных им законах рычага и связав их со свойствами треугольников, Архимед разрабатывает метод определения площадей и объёмов самых разных фигур, сводя их к ряду треугольников, сходных с теми, что дают при работе рычага.

По существу, Архимед связал между собой два мира: механику — мир, движущийся в пространстве, и геометрию — застывший на бумаге. Он почувствовал их глубокое внутреннее единство, понял, что одни и те же законы гармонии превращают скопище разных деталей в механизм, а скопище точек и линий — в определённую геометрическую фигуру.

Такое мироощущение открывало небывалые возможности для созидания «второй природы» — техники! Это было замечательной находкой Архимеда.

Но продвинуться дальше в математическом обосновании механики он не смог. Мы понимаем, что это было не по силам ни ему, ни многим поколениям учёных, вплоть до Галилея. Динамика Аристотеля висела на учёных тяжким грузом, который невозможно преодолеть лишь при помощи логики и математики. Для создания динамики нужно было осознать необходимость постановки физических экспериментов и возвыситься до абстрагирования. До умения пренебрегать вторичным во имя понимания главного.

Одна ласточка не делает весны. Гениальный труд Архимеда, с которым мы только что познакомились, не вывел механику из разряда низших наук.

Теперь мы знаем ответ на вопрос, почему Архимед не описал ни одну из своих замечательных чудо-машин, несомненно, желал это сделать, но не смог. Не смог создать теорию своих машин, а публикация одних описаний считалась недостойной настоящего учёного. Архимеду пришлось довольствоваться тем, что его механизмы распространились до пределов эллинистического мира, а военные машины помогли в течение трёх лет отражать от стен Сиракуз превосходящие силы римлян.

Окольным путем

Прошло более двух тысячелетий после гибели Архимеда от меча римского завоевателя. Грабежи и пожары уничтожили всё написанное им и переписанное его современниками. Неудивительно, что в имеющихся текстах встречаются существенные разночтения.

Самый древний пергамент, воспроизводящий одно из величайших произведений

Архимеда — «Эфод», найден и прочтен последним. На пергаменте греческий текст, написанный, по-видимому, в X веке, был смыт невежественным монахом, который переписал на него какой-то богословский трактат. Однако сложные современные методы позволили прочитать на этом пергаменте не только изложенные по-гречески труды Архимеда, известные до того лишь в латинских переводах XII века, но и «Эфод», особенно ценный сегодня тем, что он приоткрыл нам ещё одну из сторон личности Архимеда, которую его современники и последователи, как видно, хотели скрыть... Об этом — речь дальше.

... Перед гением Архимеда преклоняемся не только мы, далёкие потомки. Ему платили дань уважения современники. Он достиг таких высот в механике и математике, что, несмотря на низкое происхождение, на зависть коллег, его достижения — невероятные, не объяснимые уровнем знаний его времени — внушали почтение и даже страх. Он ошеломил современников своими удивительными находками в геометрии. Это Архимед нашёл, что поверхность шара в четыре раза больше площади его большого круга; поверхность шарового сегмента равна площади круга, радиус которого — прямая, соединяющая вершину сегмента с одной из точек окружности круга, служащего основанием сегмента; цилиндр, основание которого равно большому кругу шара, а высота диаметру шара, сам по объёму в полтора раза больше этого шара, а его поверхность (включая площади верхнего и нижнего оснований) в полтора раза больше поверхности шара. «Разумеется, — пишет Архимед Досифею, — эти свойства были присущи этим телам всегда, но они остались неизвестными всем геометрам; ни один из них не заметил даже, что эти тела соизмеримы между собой... Каждый, кто понимает в этом деле, может проверить правильность моих открытий».

Но кто бы ни пробовал это проверить — ничего не получалось. Решить задачу не мог никто. А свой метод решения Архимед не открывал — держал его в тайне.

Архимед поддерживал переписку со многими учёными и, по обычаю того времени, посылал им для доказательства свои новые теоремы. Тогда, как и много позже, в XVII–XVIII веках, учёные знакомили друг друга с условиями доказанных ими теорем, прежде чем опубликовать доказательство для общего сведения. Это считалось данью уважения к равному или старшему; и лишь молодым математикам было принято посылать новые теоремы вместе с доказательством. Свои теоремы Архимед отправлял Эратосфену, Конону, этим наиболее серьёзным учёным того времени, но, судя по различным источникам, ни Конон, ни Эратосфен не смогли повторить открытий Архимеда, не сумели справиться с теми задачами, которые решил он.

«Я посылал тебе мои открытия, чтобы ты сам попытался найти их доказательства, — писал он Эратосфену — Ты этого не сделал. Я, конечно, могу теперь без дальнейших рассуждений прислать мои решения, но от этого большой пользы не будет. Ты — серьёзный учёный и философ,

и хороший математик, поэтому не обижайся за правду».

Обижался ли Эратосфен? Попробуйте представить себя на его месте...

Наверное, математики жестоко завидовали Архимеду и удивлялись его всё новым и новым потрясающим, необъяснимым победам.

Его работы, безупречные с точки зрения традиционной математики того времени, ошеломляли читателя как чудо, сияние которого ослепляет, а истоки остаются тёмными.

Вот что писал Плутарх:

«Во всей геометрии нельзя найти более трудных и серьёзных задач, которые были бы притом изложены в более простой и наглядной форме, чем это сделано в сочинениях Архимеда. Одни видят в этом доказательства его таланта. По мнению других, то, что кажется каждому сделанным без усилий, было сделано упорным трудом. Самому не найти иной раз доказательств для решения задачи, но стоит обратиться к сочинениям Архимеда, и тотчас же приходишь к убеждению, что мог бы решить её сам, так ровна и коротка дорога, которой он ведёт к доказательствам».

Весьма примечательный отзыв! Видно, что он написан человеком, владеющим античной математикой. Но не математиком, пытающимся самостоятельно находить

неизвестные ему решения задач.

У Плутарха даже не возникает вопроса о том, как находить сами решения. Это область профессиональных математиков, сфера гения, в которую даже наиболее образованный эллин не отваживался вступить. Плутарх явно довольствуется доказательством справедливости решения, полученного готовым.

Вопреки мнению Плутарха, для профессионального математика труды Архимеда вовсе не представлялись столь ясными. Наоборот.

Сложность задач, рассматриваемых Архимедом, казалась непреодолимой. Даже зная решение, трудно доказать его справедливость — так сложны и хитроумны необходимые построения и силлогизмы.

Архимед зачастую опускал часть выкладок, которые считал второстепенными. Опираясь на свои или чужие результаты, он обычно не даёт точных ссылок, указывая лишь: «как это было доказано в „Началах“ (то есть Евклидом) или «как это было доказано ранее» (то есть им самим), полагая, что читатель досконально знает как «Начала», так и его собственные работы и обладает достаточной квалификацией, чтобы отыскать в них нужное.

В то время математики не баловали коллег ясностью изложения. Математический обычай тех времён заключался в том, что автор теоремы, открывший, скажем, истину, что $2 \times 2 = 4$, вовсе не обязан был доказывать это равенство. Он должен был доказать, что 2×2 не может быть ни больше, ни меньше четырёх. Если он сумеет убедить слушателей или читателей, что иное решение ведёт к абсурду, он выполнил свою задачу.

Приведение к абсурду — таков традиционный метод математиков в течение многих столетий.

Мы не будем здесь обсуждать все стороны этого метода. Отметим лишь одну положительную — он требовал безупречной логики и одну отрицательную — такой способ доказательства не обнаруживал хода решения задачи, а значит, не служил школой мысли, не мог помочь в решении других задач.

Архимед, боясь нарушить эту традицию и прослыть вольнодумцем, поступал как все: скрывал ход своих решений, а доказательства оформлял в стиле приведения к абсурду.

Лукавство или мужество?

О том, сколько недоразумений рождалось в результате такой двусмысленной, лживой практики, принятой у древних математиков, можно только догадываться. Наверно, не один из них увязал в этом болоте. Не избежал этой участи и Архимед. Но, запутавшись, он не смирился, он восстал!

Вот как это случилось.

В одном из своих писем Конону Архимед в числе прочих теорем поставил перед ним две, о которых он думал, что доказал их. Впоследствии Архимед установил, что доказательства ошибочны. Во второй части сочинения «О шаре и цилиндре» он приводит правильные решения теорем. Но до этого в предисловии к книге «О раковинообразных линиях», составленном, как и в остальных трудах этого цикла, в виде письма к Досифею, он пишет:

«Архимед желает здравствовать Досифею... Я перечислю здесь по порядку все теоремы, предложенные мною Конону, а особенно две из них, которые привели меня к неправильному выводу: пусть это будет устрашающим примером того, как люди, утверждающие, будто они умеют доказать всё то, что они предлагают решить другим, но не прилагающие собственных решений этих вопросов, в конце концов принуждены убедиться, что они брались доказать то, что доказать невозможно». Он намекает на безграничную возможность ошибок, связанную с громоздким многословием метода абсурда.

Далее, перечисляя свои теоремы, он в соответствующем месте указывает: «Следующая теорема была неверной, а именно вот что...» и «Не верна также и последняя предложенная мною для доказательства теорема...» В этом же тексте Архимед указывает, где он в своей

книге «О шаре и цилиндре» дал правильные доказательства этих теорем.

Неполнота дошедших до нас текстов сочинений

Архимеда, их трудность, увеличивающаяся наличием разночтений между различными рукописными экземплярами, привела к тому, что в литературе существует иная точка зрения на две неверные задачи Архимеда, о которых говорилось выше.

Некоторые считают, что Архимед сознательно включил в число задач, посланных им Конону и, возможно, другим математикам, две неверные, чтобы, как сказано в одном из вариантов текста, «тех, которые утверждают, что они всё открыли, и не приводят никаких доказательств открытого, можно было бы уличить и заставить согласиться с тем, что они открыли невозможное».

У нас нет данных для того, чтобы предпочесть одну из этих точек зрения. Впрочем, это и не входит в нашу задачу.

Итак, Архимед демонстрирует независимость, принципиальность, мужество.

Подобная публичная самокритика была совершенно не принята в античной науке, да и в наши дни она встречается отнюдь не часто.

Архимед отважился на это.

Так почему же он не отваживался обнародовать свой математический метод, которым пользовался столь успешно? Почему не делился им с коллегами, не передавал ученикам, скрывал его?

В чем тайна признания?

Только в труде «Квадратура параболы» Архимед чуть приоткрыл читателю свой метод решения математических задач с помощью теории рычага. Но в последующих трудах он уже не допускает даже намёка на путь решения. Как видно, он встретился с возражениями или неодобрением. Словом, что-то произошло. Теперь он поражает нововведениями, не объясняя и не оправдывая их. Так было, например, с четырьмя леммами, на которых Архимед построил свой труд «О коноидах и сфероидах». Он пишет в предисловии, обращенном к Досифею:

«В этой книге я посылаю тебе доказательства теорем, которых не доставало в книгах, посланных к тебе до сих пор. Кроме того, я шлю тебе доказательства некоторых теорем, найденных позже, ибо, несмотря на ряд повторных попыток, прежде мне приходилось отказаться от их доказательства — со столь большими трудностями это было связано. Поэтому-то я не опубликовал этих доказательств вместе с другими. Но позже, когда я засел за них с ещё большим усердием, мне удалось разрешить то, что до сих пор представляло для меня непреодолимые трудности».

Необычность этой ситуации заключается в том, что Архимед строит книгу на якобы бесспорном фундаменте. Ведь лемма — это вспомогательное положение, в отличие от теоремы даваемое без доказательства потому, что оно «очевидно». Лемму и доказывать-то не нужно. И о своих леммах Архимед тоже говорит: «Доказательства всех этих предложений очевидны». Но по своей сути они были далеко не очевидны. И о них никто никогда не слышал.

Их не знал Евклид или другой античный автор. Иначе Архимед, неизменно приводящий ссылки на предшественников, несомненно, указал бы на это.

Из всего сказанного можно сделать лишь один вывод: Архимед пришёл к этим леммам собственным, скрываемым им путем и поэтому был уверен в их справедливости. Но сочинение, в котором он получил свои леммы, он почему-то не опубликовал.

Конечно, такое предположение не основано на дошедших до нас трудах Архимеда. Но биограф Архимеда Гераклид, о котором мы уже упоминали, сообщает, что Аполлония из Перги, знаменитого автора «Конических сечений», обвиняли в плагиате. Гераклид пишет, что Аполлоний якобы присвоил себе неопубликованный труд Архимеда. Такая версия продержалась два тысячелетия и дошла до нас. Вероятно, Архимед работал над коническими

сечениями, но не опубликовал своего труда, ибо ни один античный автор на него не ссылается. Не ссылается на него и сам Архимед в дошедших до нас работах. Лишь упомянутые выше леммы позволяют предположить, что этот труд остался неизвестным именно из-за того, что Архимед не хотел сообщать о пути, которым он пришёл к этим леммам.

Такой вывод напрашивается и после знакомства с другими математическими трудами Архимеда.

Учитель Ньютона, профессор Барроу — один из виднейших математиков XVII века, знаток творчества Архимеда, — уверенно утверждает: «Архимед умышленно скрывал метод своих решений».

Но Барроу не знал об одном труде Архимеда, обнаруженном лишь в начале нашего века. Здесь Архимед, в форме послания Эратосфену, изложил свой долго скрываемый метод. Древние авторы, например Герон, упоминая об этом письме, так и называли его «Эфод» — «Метод». Если раньше у Архимеда были основания скрываться, то что же толкнуло его на признание? Этот шаг был результатом потрясения, которое он испытал, обнаружив одну старую рукопись.

Потрясение

Разыскивая книги по механике, которая продолжала интересовать Архимеда, он наткнулся на труды атомистов. И среди них — на Демокрита.

Архимед искал в них не философские идеи, а сведения о механизмах, возраст которых, как он знал, исчислялся веками. Но, помимо этого, он обнаружил у Демокрита неизвестные ему доказательства теорем о конусе и пирамиде, которые ранее приписывали Евдоксу.

Архимед, конечно, знал формально безупречные, построенные на силлогизмах доказательства Евдокса. Но, как он теперь обнаружил, Демокрит задолго до Евдокса доказал эти теоремы, разрезав мысленно конус и пирамиду на тонкие листки и соединив их между собой. И другие теоремы о площадях и объёмах геометрических фигур атомисты решали, суммируя результаты от деления этих фигур на малые элементы, уподобляемые ими неделимым атомам или амерам. Имея дело с прямой линией, математики-атомисты представляли её как сумму точек-амер. Площадь составляли из прямых-амер. Объём — из площадей-амер.

Сложное из простого — мировоззрение современных материалистов — было также принципом древних материалистов. И то, что сложные фигуры они разрезали на простые, было логичным: их было легче анализировать, сопоставлять, измерять. А потом оставалось проинтегрировать, или, говоря упрощённо, сложить результаты. Такие методы были, конечно, нагляднее и проще витиеватых рассуждений, положенных в основу метода приведения к абсурду.

Для Архимеда эта находка была подобна

Аристотель в своём сочинении «О небе» писал: «Постулируя неделимые тела, Демокрит и Левкипп должны впасть в противоречие с основами математики... Самое маленькое отступление от истины в дальнейшем ходе рассуждения увеличивается в десятки тысяч раз... Введение самой маленькой величины расшатывает великие основы математики».

Амеры, к которым атомисты сводили геометрические построения, казались не в меру строгим философам горой на пути землемера.

Эта точка зрения была даже облечена в форму принципа, определяющего математическое мировоззрение античности: «Все научные системы истинны лишь постольку, поскольку они не основаны на предположении, что непрерывное состоит из неделимых».

Архимед же нарушал этот принцип, пользуясь запрещённым методом деления сложных фигур на элементарные. Вот почему Архимед не пропагандировал свой метод. Вот

почему после нескольких робких попыток заявить о нём он замолчал. Понимая огромную мощь этого метода, он втайне пользовался им. Однако при публикации облакал полученные результаты в форму общепринятых доказательств.

И вот теперь Архимед увидел, что он не одинок. Что такой мудрец, как Демокрит, при помощи «самых маленьких величин» — амер получал поистине чудесные результаты!

Архимед понял всю глубину заблуждения Платона: ведь тот знал метод Демокрита («Что касается отношений линий и площадей, то разве мы, эллины, не думаем, что их возможно измерять один другим?») и отказался от него («... но это никак и никаким образом невозможно...»)!

Не близорукость ли это?! Не деспотизм?!

Пусть методы Демокрита не строги, но они плодотворны. Архимед убедился в этом на примере собственных работ. Он не будет больше молчать. Он не должен далее таить свой метод. О нём нужно сообщить хотя бы математикам. И Архимед пишет «Послание к Эратосфену о механических теоремах» — «Эфод».

После традиционной фразы «Архимед Эратосфену желает благоденствовать!» он излагает программу книги: «Я уже посылал тебе найденные мною теоремы, предоставив найти их доказательства... В книге мы опишем, что было обнаружено нами при помощи механики... в конце же книги напомним геометрические доказательства тех теорем».

Цель ясна — на примерах показать мощь механических методов, а затем доказать их справедливость и законность, подтвердив верность полученных результатов при помощи безупречных традиционных геометрических методов.

Это намерение — не просто шаг от одного метода к другому. Это был бунт против традиции.

Бунт Архимеда

Протест Архимеда не ограничивается чисто математическими проблемами. Он впервые поднимает принципиальный методологический вопрос — о роли методов в развитии математики. Теперь, когда он получил опору в трудах древнего мудреца, когда он перестал чувствовать себя одиноким, он хочет доказать полезность своих методов. Он не только не стыдится их огласить, как это было раньше, а стремится подчеркнуть их возможности.

Дадим же слово Архимеду, пусть оно и покажется читателю несколько тяжеловесным. Он пишет Эратосфену:

«Зная, что ты являешься учёным человеком и по праву занимаешь выдающееся место в философии, а также при случае можешь оценить и математическую теорию, я счёл нужным написать тебе и в этой же самой книге изложить некоторый метод, при помощи которого ты получишь возможность при помощи механики находить некоторые математические теоремы. Я уверен, что этот метод будет тебе ничуть не менее полезен и для доказательства самих теорем. Действительно, кое-что из того, что ранее было мною усмотрено при помощи механики, позднее было также доказано и геометрически, так как рассмотрение при помощи этого метода ещё не является доказательством. Однако получить при помощи этого метода некоторое предварительное представление об исследуемом, а затем найти и само доказательство гораздо удобнее, чем производить изыскания, ничего не зная.

... Поэтому я и решил написать об этом методе и обнародовать его, с одной стороны, чтобы не оставались пустым звуком прежние мои упоминания о нём, а с другой — поскольку я убеждён, что он может принести математике немалую пользу. Я полагаю, что некоторые современные нам или будущие математики смогут при помощи указанного метода найти и другие теоремы, которые нам ещё не приходили в голову».

Архимед не случайно пишет Эратосфену. Этот учёный, несмотря на свою ортодоксальность, иногда отваживался вопреки Платону пользоваться при геометрических построениях не только циркулем и линейкой. Он сам придумывал инструменты и механизмы для вычерчивания кривых линий. Эратосфен отвергал мнение Платона о том, что математика

должна подымать нас ввысь, а не низводить к бренному миру. Он не придавал значения словам Платона: «При таких решениях пропадает и гибнет благо геометрии, возвращающейся назад к чувственным вещам...» Эратосфен знал, что благодаря таким настроениям учение о пространственных фигурах, о пересечениях конических тел плоскостями долго игнорировалось математиками и даже не вошло в «Начала» Евклида. Ведь при помощи циркуля и линейки такие построения проводить невозможно.

Теперь мы знаем, что циркуль и линейка позволяют справиться лишь с решением задач, сводящихся к уравнениям первой и второй степени. А пересечения объёмных фигур (плоскостей с цилиндрами, конусами и шарами) приводят к задачам, сводящимся к уравнениям третьей и более высоких степеней.

Понимая это, Эратосфен придумал ряд приборов, позволявших решать такие трудные задачи. Значит, он отступал от традиций и лучше других мог понять новые идеи Архимеда.

Не здесь излагать глубокое математическое содержание «Эфода». Следует лишь ещё раз подчеркнуть, что это единственное известное нам сочинение Архимеда, где он нашёл в себе смелость бросить вызов аристотелевской традиции и открыто стать на защиту своего мощного метода.

Но «Эфод» был неизвестен современникам и остался скрытым от потомков дольше других дошедших до нас произведений Архимеда.

Вряд ли это сочинение осталось за пределами внимания коллег Архимеда и ускользало от последующих поколений учёных около двух тысяч лет случайно. Не случайным является и то, что «Эфод» — последнее из дошедших до нас математических сочинений Архимеда.

Весьма возможно, что перипатетики сознательно уничтожили труды Архимеда, которые грозили подорвать традиции Аристотеля.

А вот обнаружена была единственная копия «Эфода» совершенно случайно.

Приват-доцент Петербургского университета Попандопуло Керамевс в 1906 году нашёл латинскую рукопись духовного содержания, написанную на пергаменте, с которого был смыт первоначальный греческий текст. Он сумел прочесть часть этого текста и опубликовал его, не придав ему особого значения. Известный датский филолог Гейберг, знаток трудов Архимеда, сразу понял ценность находки. Восстановив при помощи фотографических методов смытый текст, Гейберг сделал величайшее открытие. Это был греческий текст трактата Архимеда «О плавающих телах», известного ранее только в латинском переводе. Здесь же был и «Эфод», считавшийся утраченным.

В «Эфод» упоминаются труды Архимеда «О шаре и цилиндре», «О коноидах и сфероидах» и «О равновесии». Значит, он был написан после них.

... Так мы узнали, что в своих ранних математических сочинениях Архимед пользовался методами, заимствованными из его работ по механике, что впоследствии он избегал упоминать о том, как он получал свои результаты, ограничиваясь доказательством их справедливости в духе общепринятых геометрических методов. Более того, теперь стало несомненным, что Архимед не публиковал большей части своих работ в области механики, ибо не мог придать им традиционной геометрической строгости.

Трагизм всей творческой жизни Архимеда стал нам понятен только после титанической работы Гейберга, восстановившего текст «Эфода». Из него мы узнали, что Архимед всё же не мог допустить, чтобы мощный метод, приведший его к ряду открытий, остался неизвестным из-за того, что он не соответствует духу Аристотеля. Здесь, в единственном из известных нам сочинений, Архимед решительно выступает в защиту своего открытия.

... Архимед смело и доблестно защищал родной город. Но он долго не отваживался открыто восстать против авторитета Аристотеля. Решая свои задачи, он отвергал аристотелевы догмы. Шёл вперёд вопреки им. Но в публикациях стремился скрыть это. Лишь в одном известном нам сочинении — в «Эфод» — Архимед ясно изложил свою точку зрения на творческие возможности современной ему математики. Возвысил то, что другие считали низким.

Несмотря на военные заслуги, на мировую славу математика и механика, сиракузцы

быстро забыли Архимеда. Города, взятые римскими войсками, подверглись разрушениям и грабежам. Судьба побеждённых была плачевной.

А с точки зрения победителей-римлян, Архимед, нанёсший им большие потери во время длительной осады Сиракуз, был тяжким военным преступником.

Поэтому не только переписывание и распространение трудов Архимеда, но и упоминание о нём могло в течение нескольких поколений навлечь обвинение во враждебности Риму.

В результате не только в Сиракузах, но и в Риме, и в подвластных ему странах имя Архимеда долгое время не встречается в сочинениях учёных. Лишь в сочинениях римских историков, в связи с осадой Сиракуз, можно прочесть историю гибели Архимеда. Причём единственное, что объединяет авторов, — желание снять ответственность за его убийство с римского военачальника Марцелла, руководившего осадой. Желая обелить Марцелла, зверства которого в других побеждённых городах широко известны, Плутарх пишет, что Марцелл был очень огорчён гибелью Архимеда. Он восхищался греческим учёным и вывез из разграбленного города, славящегося богатством, не сокровища, а два прибора — две «сферы», изготовленные Архимедом. Более крупную и совершенную из них Марцелл передал в храм Добродетели, а меньшую использовал для украшения своего дома. Эти «сферы» — прообраз планетариев — демонстрировали небесные явления, включая смену дня и ночи, движения планет, затмения Солнца и Луны и фазы Луны.

Архимед придавал своему творению столь большое значение, что описал его в специальной книге «Об изготовлении небесной сферы» — единственной его книге по механике, к сожалению известной нам только по ссылкам.

Более чем через столетие после гибели Архимеда эту «сферу» увидел в доме правнука Марцелла выдающийся римский писатель и политический деятель Цицерон. «Сфера» произвела на него столь большое впечатление, что он решил отыскать могилу Архимеда. Во время посещения Сицилии он заехал в Сиракузы.

«Я с любопытством осведомился о могиле Архимеда в Сиракузах, — пишет Цицерон в своих „Тускуланских беседах“. — Но оказалось, что здешние люди так мало знали об этом, что утверждали, будто от его могилы не осталось никакого следа. Однако я продолжал поиски...»

Цицерон вышел из ворот Сиракуз и обнаружил пустырь, покрытый множеством могил. Он долго бродил среди терниев и чертополоха и вдруг заметил маленькую колонну, вершина которой выглядывала из зарослей. Цицерон подошел ближе и увидел, что на ней изображен шар и цилиндр!.. Он тотчас понял, что перед ним — могила великого грека. Чтобы подойти ещё ближе и прочесть надпись, пришлось прорубаться через заросли. Часть стихов на колонне ещё можно было прочесть. Остальные оказались стёрты временем...

Много веков математика и физика развивались так, как если бы Архимеда вовсе не было. В странах греко-римской культуры наступил застой мысли.

Начиная с IX–X веков трудами Архимеда заинтересовались арабские учёные. Поэтому многие из архимедовых открытий стали известны нам по арабским переводам.

Для европейских учёных эпохи Возрождения труды Архимеда были сложными и непонятными. Однако начиная с XV века интерес к его работам быстро растёт. Их переводят на латинский и на живые языки. Этим занимаются такие крупные математики, как Тарталья и Вьета. Труды Архимеда использовали Кеплер и Кавальери, Гюйгенс и Ферма. После долгого забвения звезда Архимеда взошла снова, чтобы сиять вечно.

УЛЫБКА ДЖОКОНДЫ

Редко даруют боги смертному более одного бессмертного деяния.

Стефан Цвейг

Мечтание о полете

1492 год. Он вошёл в историю как год открытия Америки. Но её никто не искал. Мечтая проложить морской путь из Испании в Индию — вокруг земного шара через Атлантический океан, — генуэзец Христофор Колумб, находящийся на службе испанского правительства, натолкнулся на неведомый берег.

Колумб совершает триумфальное шествие по улицам Барселоны и Севильи. Испанцы дивятся его удивительным трофеям. Невиданные звери, краснокожие люди, неизвестные европейцам растения, фрукты, табак, кокосовые орехи.

И золото... Правда, его немного, но много рассказов о том, что в новых землях его можно выгребать лопатой — была бы охота. Там простые, бесхитростные люди пьют вино из золотых кубков, и золото в тех землях добыть проще, чем в Испании свинец.

Испанцы бредят путешествиями, дальними землями. Строятся корабли, набираются команды. Плыть, бежать, идти... Только бы навстречу удаче!

Не только Испания сходит с ума по Эльдорадо, стране золота. Вести о путешествии Колумба распространяются далеко за пределы страны.

И они не могли не достигнуть Милана, где сорокалетний художник расписывал доминиканскую церковь св. Марии. Это была ничем не примечательная церковь, которая затем вошла в многочисленные монографии и альбомы — её прославила «Тайная вечеря» Леонардо да Винчи.

Может быть, современники были в какой-то мере правы, называя этого человека сумасшедшим. Он, видно, не ценил свою драгоценную жизнь, если собирался прыгнуть с горы Монте-Чечери в ящике собственной конструкции.

Жители Милана так и говорили — «прыгнуть», хотя сам Леонардо говорил «совершить полёт». И ящик они называли просто ящиком, ибо то, что сконструировал художник, только через несколько веков будет называться самолётом.

Да, забросив кисти, холст и краски, Леонардо проводит ночи над чертежами самолёта, о котором мечтает со страстью итальянца и пылом непризнанного изобретателя.

Смелые, размашистые, единым порывом намеченные контуры машины. Тяги, приводы, рычаги... Формулы, объяснения.

Леонардо представлял себе, как его машина гордо взмывает над горой Лебеда (Монте-Чечери), набирает высоту и... под крылом проносятся очертания Италии, Испании... На поверхности океана, который с высоты полёта кажется кротким и умиротворённым, плавно качаются миниатюрные игрушечные кораблики...

Уж не очередная ли это экспедиция храбреца Колумба? Счастливого пути! До встречи! До встречи на других континентах, на далёких расстояниях от родной Италии, которые поможет преодолеть человеку машина с крыльями, созданная воображением инженера-художника...

Нет, это не ночная галлюцинация утомлённого фантазёра. Так должно было случиться. Так записано в тетрадях Леонардо да Винчи.

«Начнёт первый полёт большая птица — со спины гигантского Лебеда, наполняя мир изумлением, наполняя молвой о себе все писания и вечной славой гнезду, где она родилась».

Вряд ли Леонардо влекли поиски золота и жемчуга. Он зажёгся мыслью взглянуть на Землю с птичьего полёта, увидеть своими глазами шар, на котором нашло приют человечество. Что греха таить, хоть был уже почти XVI век, но большинство людей всё ещё представляло себе Землю в виде плоского диска, за границами которого... Никто не представлял себе, что обнаружится за этими границами... Может быть, невообразимая смесь воды и воздуха... Может быть, божье царство...

Как ни странно, но люди того времени не спешили узнать истину. Даже когда нашёлся храбрец, рискнувший поплыть в неизвестность, никто не хотел ссудить его деньгами для

дальнего и безусловно опасного путешествия. Колумб восемнадцать лет взывал о поддержке, прежде чем нашёл сочувствие у королевы Испании Изабеллы, а может быть, просто возбудил её алчность.

В то время люди, называвшие себя образованными, не признавались вслух, что не верят в шарообразность Земли. Но они вежливо намекали Колумбу, чтобы он был осторожен и внимателен в пути. Что, если Земля — шар, ему будет трудно взобраться на него на обратном пути.

Леонардо ни у кого не искал поддержки. Его намерение было таким необычным, что он не мог никому довериться и рассчитывать на сочувствие.

Миланцы устали ждать обещанного спектакля. А изобретатель всё рисует новые «ящики». Что-то переделывает, видоизменяет. Снова конструирует и снова зачёркивает. Начинает сначала.

Идут годы. Десятилетия. Мечты — всё ещё только на бумаге. С упорством маньяка художник исследует проблему полёта. Но летательный аппарат не создан.

Возникли лишь легенды о чуде, и одна из них утверждает, что Леонардо — пришелец с иных планет или сын пришельца и он строит аппарат, чтобы улететь на родину...

Уже ушла и вернулась из плавания вторая экспедиция Колумба, добравшаяся до островов Куба и Ямайка. Колумб снаряжает новую флотилию и вновь отправляется к берегам Южно-Американского материка.

Уже враги Колумба сплетают за его спиной заговор, и, сочтя себя обманутыми, Изабелла и Фердинанд, правители Испании, лишают Колумба «права открытий». Великого мореплавателя и его братьев везут обратно в Испанию закованными в цепи...

А Леонардо всё ещё не может оторваться от Земли...

Боги благоволят к мореплавателям, и Колумб совершает свое четвёртое, и последнее, путешествие и открывает восточный берег Центральной Америки.

После его смерти ему на смену приходят другие искатели приключений. Жажда географических открытий принимает характер эпидемии. Народ опьянён ароматом дальних странствий. Испанских королей уже не нужно молить о помощи. Возбуждённые видом золота и драгоценных камней, они снаряжают всё новые и новые экспедиции в дальние заморские страны... Эпидемия нарастает. Даже уголовники и головорезы перекалываются в путешественников. Правдами и неправдами они проникают на корабли, стремясь проявить свои таланты на новом поприще. Так, в ящике, в трюме, «зайцем», устроился авантюрист Васко Нуньес де Бальбоа, которому суждено первому из европейцев увидеть Тихий океан и в завоёванной стране основать первый город — Панаму. До сих пор главную площадь украшает его статуя.

А когда в Испанию была привезена удивительная, невиданных размеров жемчужина «Пеллегрин» — впоследствии украсившая короны королей Испании и Англии и воспетая Сервантесом и Лопе де Вега, — ажиотаж вокруг путешествий достигает кульминации...

Но путь в дальние страны по-прежнему прокладывают лишь корабли.

О работах Леонардо да Винчи никто не знает. Он всё ещё далёк от того, чтобы взлететь над океанами и материками. В течение двадцати пяти лет, начиная с 1490 года, Леонардо один за другим создаёт и отвергает варианты летательных аппаратов. За ним укрепляется слава мага и сумасшедшего.

Кто же он на самом деле — авантюрист? Проектёр? Легкомысленный мечтатель?

Драма несбывшихся надежд

Нет, Леонардо не легкомысленный мечтатель. Чтобы убедиться в этом, достаточно открыть написанные им тома. Они изобилуют силуэтами летательных аппаратов. Но это не зарисовки, не этюды для будущих картин. Это инженерные расчёты, чертежи, схемы. Рядом с ними — силуэты птиц, крылья, хвостовое оперение...

Свои конструкции Леонардо обосновывает кропотливыми исследованиями полёта

птиц. Он глубоко и обстоятельно изучает анатомию летательных органов птиц, учитывает в своих расчётах сопротивление воздуха, осознаёт роль центра тяжести летящей конструкции. И твёрдо уверен, что давление воздуха на нижнюю поверхность крыльев создаёт силу, которая теперь, на языке самолётостроителей называется подъёмной.

«Если хочешь говорить о таких вещах, — пишет Леонардо, — ты должен в первой части определить природу сопротивления воздуха; во второй — строение птицы и её оперения; в третьей — действие этого оперения при различных движениях; в четвёртой — роль крыльев и хвоста».

Но позвольте, спросит читатель, чтобы исходить из анатомии летательных органов птиц, опираться на них в своих расчётах, строить на этой аналогии далеко идущие выводы, надо быть анатомом, — а ведь Леонардо, хоть и гениальный, но художник?

Да, он художник, но, рисуя натуру, он изучал чело-человеческостело как анатом, препарировал трупы людей и животных. Вот откуда у него анатомические познания. Так родились его труды по анатомии.

Он добросовестен и точен. На этом пути обгоняет профессионалов, и не он учится у них, а уже целые поколения анатомов учатся у него, художника. Как это ни странно, но не медики, а этот художник первым правильно определяет число позвонков в крестце человека.

Но его не устраивает даже анатомирование, то есть пассивное изучение. Он стремится уяснить механизм функционирования отдельных органов человека и животного и создаёт для этого их механические модели — аналоги. С точки зрения современной науки такой путь познания единственно правилен. Но к этой логической цепочке исследования наука пришла не в средние века, а совсем недавно. Леонардо же следует этому методу в XVI веке! Пытаясь понять общие закономерности действия живого организма, он углубляется в область физиологии и биологии и на столетия опережает развитие этих наук.

Да, Леонардо да Винчи формировался как художник, но был такой глубокой, неистовой личностью, что простое копирование, даже мастерское, безукоризненное, его не удовлетворяло. Его влекло глубинное погружение в суть предметов и явлений, в их первооснову.

«Живописец, бессмысленно срисовывающий, руководствуясь практикой и суждением глаза, подобен зеркалу, которое подражает в себе всем противопоставленным ему предметам, не обладая знанием их», — с осуждением пишет он в бессмертном «Трактате о живописи».

Сам он искал понимания, а не подражания. Необычайная добросовестность, трудолюбие, ненасытная жажда знаний превращают художника, призванного передать форму жизни, в учёного, проникающего в её суть.

О реалистичности искусства Леонардо да Винчи написаны тома. К этому нечего добавить. Его творения совершенны потому, что их создавал не просто художник, передающий лишь форму тела, но учёный-анатом, изучивший структуру, законы функционирования живого организма, его глубинную суть. Его произведения бессмертны потому, что они не застывшая фотография, в них как бы теплится дыхание, трепещет жизнь.

Всем известен портрет Моны Лизы (Джоконды) — живописный шедевр, никем и никогда не превзойдённый... Когдаходишь в парижский Лувр и встречаешься взглядом с Монай Лизой, возникает жуткое, но чёткое ощущение того, что ты видишь за окном живую женщину, и это ощущение усиливается от её неуловимой улыбки.

Как запрограммировано это мощное впечатление живого, которое не умирает вот уже пять веков? Тайна, тайна гения. Загадкой остаётся и то, как удалось художнику схватить улыбку, мимолётность. Не остановить, не запечатлеть. Все эти слова не передают того, что сделал Леонардо. Он продлил мимолётность на века. Сделал то, что не удавалось ни одному смертному...

Может быть, часами наблюдая полет птиц, он подстерегал тайну полёта, как подстерёг и пленил трепет улыбки?

Вдохнув жизнь в холст, он страстно надеялся вдохнуть жизнь в машину?

Впоследствии и по другому поводу Стефан Цвейг сказал неожиданные слова: «Редко даруют боги смертному более одного бессмертного деяния».

Если бы эта фраза была произнесена во времена Леонардо, её можно было бы считать пророчеством...

Последние двадцать пять лет жизни Леонардо да Винчи были отравлены драмой несбывшейся мечты.

«Гений есть терпение»

Эти слова Бюффона полностью относятся к Леонардо. Его трудолюбие поражает. Сколько упорства вложено в бесчисленные варианты летательных аппаратов!

Если бы не глубокие, серьёзные раздумья, изложенные в «Кодексе о полёте птиц» и «Атлантическом кодексе» (этот труд получил такое своеобразное название из-за обилия затронутых в нём проблем, он состоит из 8 томов — 4 с текстами и 4 с иллюстрациями), если бы не убедительные чертежи и расчёты, то попытки полёта, предпринятые Леонардо, стоили бы не больше, чем увеселительные спектакли его предшественников и многочисленных подражателей. Говорят, ещё в начале XV века Данти пересёк в полете Перуджийское озеро, а Региомонтан строил летающих птиц.

Сам Леонардо на заре своей юности любил во время прогулок лепить из воска и запускать «птичек» на потеху друзьям. Да и первые модели настоящих самолётов, появившихся лишь через несколько столетий, были обязаны своими полётами, пожалуй, больше безумной смелости их создателей, а не совершенству конструкций. Несмотря на то что летательные аппараты поднялись в воздух в достаточно техничный XIX век, создание первых моделей было больше любительством, чем наукой. Леонардо же создал настоящую науку о полётах. Хотя ни одна из его конструкций не летала, эти проекты до сих пор считают шедеврами инженерной изобретательности.

У первой модели летательной машины Леонардо сохранил внешнее сходство с птицей: она имела крылья, похожие на крылья летучей мыши, а роль двигателя выполнял человек, мускулы его рук и ног. Но Леонардо подражал птице не потому, что внешнее сходство должно было вызвать и сходство действия. Нет, корни были глубже. Он считал, что «птица — это инструмент, действующий по законам математики». И, исследуя полёт птиц, искал эти законы.

Подражание птице не было наивностью человека из средневековья. Это был естественный шаг конструктора, решившего оттолкнуться от образца, созданного самым мудрым инженером — природой. И когда через несколько столетий классик самолётостроения, русский профессор Н.Е. Жуковский начнёт свои работы в этой области, он тоже поступит как Леонардо — оттолкнется от изучения полёта птиц.

От наблюдения за птицами родится дерзкая мысль русского летчика И.Н. Нестерова сделать в воздухе «петлю», и он осуществит это в 1913 году, заложив основы высшего пилотажа.

Недаром слово «авиация» произошло от латинского *avis* — птица. Когда в 1891 году вышла работа Жуковского «О парении птиц», в которой он дал анализ основных видов полёта, в ней можно было найти многие соображения, высказанные ещё Леонардо. От сходства с полётом птицы оттолкнулся и Лилиенталь, создавший аппарат с машущими крыльями (орнитоптер) и написавший труд «Полёт птиц как основа авиации».

Замечательный американский физик Роберт Вуд, присутствовавший, как близкий друг Лилиенталья, при репетиции полёта за несколько дней до катастрофы, послужившей причиной смерти изобретателя, пишет: «Над полями летали аисты, часто садясь близко от дороги, и Лилиенталь с жаром объяснял, как они приземляются... Он научился имитировать их технику после многих аварий, включая сюда разбитые локти и переломы костей».

Наблюдение полёта птиц вдохновило и первого человека, построившего самолёт, — русского конструктора и инженера А.Ф. Можайского, получившего в 1881 году патент на своё изобретение.

В качестве движущей силы в первых своих моделях Леонардо пытался использовать

мускульную силу человека, потом силу ветра, пружину... Он создаёт проект управляемого геликоптера, который, как он пишет, если его вращать с большой скоростью, ввинчивается в воздух и поднимается вверх.

Но Леонардо так и не увидел земной шар с птичьего полёта.

Четверть века ушло у него на попытки решить проблему полёта. Неужели эти годы потрачены зря? Нет, то, что нашёл Леонардо, легло фундаментом для дальнейших работ в этой области. Его заслуга не обесценилась с годами. Леонардо да Винчи заложил теоретические основы возможности летать на аппаратах тяжелее воздуха.

Насколько серьёзно Леонардо верил в успех, в конечную цель своих усилий — создание самолёта, видно из того, что он продумал все аспекты полёта. Вплоть до аварийного случая, когда пилоту придётся покинуть самолёт. Он создаёт проект парашюта. В его трудах есть серии рисунков, с помощью которых можно представить себе прыжок в разных стадиях. Но и этот проект не был воплощён в жизнь.

Я была в доме-музее Леонардо в Провансе. И помню изумление и восторг посетителей, которые не понимали,

в каком они веке?! Расстояние между леонардовым временем и нашим испарилось... Там были удивительные рисунки и чертежи подводных лодок, перископов, парашютов, станков...

Суэта скитаний

Итак, конструкции летательных аппаратов Леонардо были безукоризненны, была верна исходная позиция. Так почему же Леонардо постигла неудача? Может быть, дело в том, что он был кабинетным учёным и не умел работать руками, поэтому все его проекты оставались на бумаге?

Но почему тогдашние итальянские правители стремились привлечь его на службу, чуть дело доходило до войны, строительства и увеселений?

Из истории известно, какие грандиозные феерии устраивал этот изобретательный художник, какие боевые механизмы он строил. Ему приходилось выполнять самые разнообразные заказы, лавировать, угождать, не отказываясь ни от какой работы — надо было кормиться, жить.

А время было трудное.

Италию раздирали междоусобные войны, власть была неустойчива. Но чтобы найти спокойное место для работы, Леонардо да Винчи переезжает из одного места в другое. Из Флоренции в Романью, из Милана в Рим, из Италии во Францию. Покоя нигде нет.

В каждом городе — свой правитель, и, чтобы заручиться его поддержкой и иметь средства на жизнь, надо служить ему.

То Леонардо просят написать портрет, то спроектировать новое оружие, а то и просто сделать подвал в замке...

1509 год — он руководит строительством Оросительного канала св. Христофора.

1511 год — его обязывают навести порядок в стране по случаю вступления в Милан Людовика XII.

1515 год — Леонардо снова бросает свои личные труды, чтобы итальянцы могли достойно встретить Франциска I.

1516 год — в качестве придворного живописца он сопровождает Франциска I во Францию.

В эти же непосильно трудные для обыкновенного человека, но плодотворные для гения годы Леонардо создаёт изумительную роспись в зале Большого Совета в палатце Веккьо, картины «Св. Анна с Марией и младенцем Христом» и «Иоанн Креститель».

В один из самых беспокойных и несчастливых годов жизни художника, в 1503-м, написан и портрет Моны Лизы... И об этом событии, которого достаточно для бессмертия, биограф лаконично сообщает: «... в годы скитаний Леонардо да Винчи сравнительно мало занимается искусством...» Да, мало, потому что ему приходится оставлять кисть ради лопаты, молотка, зубила. Его обязанности не сводятся лишь к административной

деятельности. Леонардо изобретает приспособления и механизмы, облегчающие строительные, мелиоративные, фортификационные работы. Это необходимо, так как ему поручено осуществить грандиозные для техники того времени проекты: осушить Понтийские болота, изменить русло реки Арно у Пизанского моста, провести мелиорацию Ломеллины, пустить гидросооружения в Наварре...

Слава Леонардо как изобретателя уже прочна и незыблема. На его счету создание многих видов ткацких станков; строгального, сучильного, чесального, печатного, винторезного; станка для автоматического нанесения насечки; молотобойной машины для формовки слитков золота; прядильной машины для шерсти; устройства для шлифовки стёкол. Он конструирует боевые машины, хотя не одобряет войну и называет её «жесточайшим помешательством».

Музыкальные инструменты... Металлургические печи... Стальные цепные передачи, и ныне применяемые в велосипедах... Различного рода сцепления... Опоры, которые до сих пор используют в автомобилях... Землечерпалки для рытья каналов... Многочисленные машины, механизмы и... очки! О них Леонардо говорит: «... чтобы видеть Луну большой».

Нет, Леонардо далеко не кабинетный мечтатель.

Несмотря на то что главные мечты его не осуществлены — не создан летательный аппарат и не выстроен идеальный город с великолепными купольными зданиями, которые впервые предложил Леонардо и которые получили большое распространение в эпоху Возрождения, — он почитаем потомками как самый великий инженер из всех, каких знала история. Ведь ни одну конструкцию нельзя создать без знания и владения геометрией. Ни одну машину — без предварительного расчёта. И Леонардо не только пользуется геометрическими и математическими знаниями, известными до него, но создаёт свои методы, свои теоремы, внося значительный вклад в науки, казалось бы исчерпанные Евклидом, Архимедом и другими великими математиками.

Однажды Леонардо столкнулся с проблемой равновесия тела. У него было два пути. Он мог сделать несколько вариантов механизма и выбрать из них наиболее устойчивый. Или же пойти по пути теоретического исследования.

Учёный взял верх над конструктором. Леонардо занялся изучением вопроса о центре тяжести плоских и объёмных фигур.

Когда-то Архимед тоже думал над этой проблемой и нашёл центр тяжести многих плоских фигур. Леонардо понадобилось найти центр тяжести тетраэдра и, позже, любой пирамиды. И он находит его. И выводит теорему, которая является теперь золотым фондом математики.

Леонардо да Винчи доказывает: прямые, соединяющие вершины тетраэдра с центрами тяжести противоположных граней, пересекаются в точке, являющейся центром тяжести тетраэдра и делящей каждую из прямых на две части, из которых та, что прилегает к вершине, втрое больше другой.

Об этой теореме любой математик скажет: изящная теорема. В её существовании, в понимании совершенства геометрических форм есть много от совершенства знаменитых леонардовских композиций в живописи и скульптуре: ощущение гармонии, равновесия всех частей целого.

Он же использует в строительных и архитектурных проектах приём разложения сил (нагрузок на конструкцию), который до него и после него безуспешно искали многие учёные и до которого додумались лишь много позже Галилей и Стевин.

Уже в XV веке поднимался вопрос об устойчивости Пизанской башни. И не только её. Подобные сооружения находятся в Болонье и в других итальянских городах. В наше время объявляются международные конкурсы на лучший проект спасения этих памятников старины. В ту же пору правитель Пизы просто спросил мнение Леонардо: угрожает ли наклонная башня населению? Исследовательский темперамент Леонардо нам известен. Разумеется, он не удовлетворяется рассмотрением частного случая. Он ставит перед собой проблему в общем виде: проблему равновесия тел, опирающихся на плоскость.

Вывод, к которому он приходит, таков: тело, опирающееся на горизонтальную плоскость, остаётся в равновесии, если основание вертикали, проведённой из его центра тяжести, попадает внутрь площади опоры.

Что ж, если Леонардо не приказал разрушить Пизанскую башню, значит, он высчитал, что эта вертикаль остаётся в пределах основания башни. И если башня стоит до сих пор, значит, основание вертикали ещё не вышло наружу...

Столкнувшись с этой проблемой, Леонардо помог согражданам не только решить её, но обогатил науку ценной теоремой, называемой «теоремой об опорном многоугольнике».

Он же, в весьма любопытной форме, создаёт теорию одного из распространёнейших в архитектуре сооружений — арки. Леонардо называет её крепостью, сила которой в единении двух слабостей. «Ибо арка здания состоит из двух четвертей круга. Каждая из этих четвертей круга весьма слаба. Сама по себе она стремится упасть. Но так как одна препятствует падению другой, то слабости обеих четвертей превращаются в крепость единого целого».

Уверенность Леонардо в решающей роли математики во всех сферах науки близка позиции Галилея. Леонардо считает, что природа пронизана математическими законами: «... никакое человеческое исследование не может претендовать на то, чтобы быть истинной наукой, если оно не использует математических доказательств, и нет никакой уверенности там, где нельзя применить одну из математических наук».

И ещё один штрих, подчеркивающий, что Леонардо да Винчи на голову выше предшественников: он уже понимает, что математика только тогда будет максимально полезна в познании действительности, когда будет накоплено столько фактов, чтобы из них, как из кирпичей, можно было воздвигнуть надёжное здание науки.

Идея не носилась в воздухе

В творчестве этого удивительного универсала сплетались приёмы художника, математика, механика, строителя, физика — Леонардо был исследователем по своей сути, учёным по природе.

То, что он как художник шёл от впечатления к изучению, от опыта к обобщению, сделало из него истинного материалиста. Он не мог опираться лишь на ощущение. Ему нужно было конкретное знание. А конкретное знание даёт только опыт.

И он понял это не из книг, таково было его собственное мироощущение.

«Несправедливо жалуются люди на опыт, — писал он, — в величайшем гневе обвиняя его в обманчивости. Оставьте его в покое и обратите свои жалобы на ваше невежество, которое заставляет вас спешить со своими тщетными и вздорными ожиданиями таких вещей, которые не во власти опыта, и говорить, что он обманчив».

В своих исследованиях Леонардо аккуратен и осторожен: ставит один и тот же эксперимент столько раз, сколько ему кажется необходимым для окончательного суждения.

Путь познания, избранный Леонардо, естествен и безукоризнен: от формы предмета вглубь, в сущность его функционирования — идёт ли речь о живом организме или механизме.

Если это живое тело — Леонардо действует как анатом; если механизм — он углубляется в секреты механики, изучает, совершенствует конструкцию. Он исследует законы трения (Леонардо первым из учёных понимает роль трения), создает для машин такие механические конструкции, которые помогают им функционировать с большей свободой и совершенством.

Изучая явления природы: свет Луны, закаты, радугу, он ставит опыты как исследователь природы, изучает её как физик.

Как художника и скульптора его занимает проблема светотени. Решает её он как физик. Частный вопрос приводит его к размышлениям о природе света. Он проявляет в этом вопросе такую глубокую интуицию, что удивляет даже позднейших профессионалов-оптиков. Не обременённый грузом старых теорий, не стараясь втиснуть свои впечатления в обойму устоявшихся концепций, он пишет труды по физике, отличающиеся удивительно свежим подходом к изучению природы света.

Он очень близко подходит к интерпретации света, которую впоследствии примет волновая теория. Наблюдая распространение звука, света и волн на воде, он проводит между этими процессами аналогию. И обобщает своё впечатление выводом о том, что волновое движение — самое естественное для природы. Более того, он даже готов утверждать, что не только свет, звук, но и цвет, запах, магнетизм — и даже мысль! — распространяются волнами. Такая догадка будет ещё не раз вспыхивать на арене научных событий, но в более позднее время, когда для этого будет больше фактических оснований. Леонардо же руководствовался только интуицией.

Любопытно, что попытки художника передать пепельный цвет Луны (который, кстати, интриговал и Галилея, называвшего его «лунной чистотой») заставляет Леонардо задуматься над его происхождением. И он создаёт теорию (пепельный свет — это свет, исходящий от Земли и отражённый Луной), к которой независимо от него, но гораздо позже, придёт астроном Местлин.

Леонардо да Винчи решал многие из проблем, за которые возьмутся исследователи более поздних столетий. Сегодняшние физики не отрицают, что он зачастую был близок к пониманию того, что наука разрешила гораздо позднее. Можно сказать иначе: учёные последующих столетий заново открывали то, к чему был близок этот гениальный художник (или ясновидец, как многие его называли).

Конечно, тут надо проявить осторожность. Например, трудно сказать, правы ли те историки, которые приписывают Леонардо открытие закона равенства действия и противодействия, носящего имя Ньютона.

В этом утверждении есть уязвимость. Историки науки нередко опираются не на высказывания учёных, а на комментарии позднейших интерпретаторов. Однако с течением времени меняется лексикон и терминология. И это иногда приводит к искажению смысла тех или иных высказываний.

Но очевидными остаются слова самого Леонардо:

«Такая же сила создаётся предметом против воздуха, что и воздухом против предмета».

«То же производит движение воздух против неподвижного предмета, что и движение предмета против неподвижного воздуха».

«Что касается движения воды, то же производит движение весло против неподвижной воды, что и движение воды против неподвижного весла». Не претендуя на новое мнение, можно констатировать, что Леонардо, конечно же, догадывался о равенстве действия и противодействия в отдельных конкретных случаях, с которыми он сталкивался при решении проблем полёта. Но он не поднялся до обобщений, которые сделал только Ньютон в более позднее время. Не дотянулся, не мог дотянуться из своего времени до истины, которая открылась гораздо позже.

То же, по-видимому, случилось и с его попытками решить проблему полёта.

Неудача Леонардо поучительна для всех времён.

Несмотря на то что Леонардо был феноменально разносторонен — и конструктор, и инженер, и анатом, и физик, и математик — грандиозная личность! — он не воплотил задуманное, не создал самолёта.

Те, кто осуществил эту мечту, были не более выдающимися инженерами и учёными, чем Леонардо. И однако, удача им улыбнулась. Им помогло время. Их работа была созвучна веку — веку более совершенных технических средств.

А Леонардо при всей своей одарённости и многоликости не справился с задачей. Ошибся ли он в расчётах, и ошибка переходила из конструкции в конструкцию, им не обнаруженная? Или он не понимал, что мускульной силы человека, силы ветра и пружин, которые он использовал в качестве двигателя, недостаточно для осуществления полёта?

Даже при могучей гениальности Леонардо не мог осуществить все свои намерения при помощи технических средств своего времени.

Чудо свершения мечты происходит только при единственном условии. О нём иногда говорят: идея носилась в воздухе.

В случае с мечтой Леонардо это условие не было соблюдено. Не он повинен в своей неудаче. Он сделал всё, что мог. Леонардо заблуждался лишь в том, что переоценил свои возможности, не понял, что техника не созрела для осуществления его мечты... Слишком рано предложил он человечеству идею, которой тогда невозможно было воспользоваться.

Если Марата можно обвинить в недостатке интуиции, о Леонардо да Винчи надо сказать обратное — это пример могучей интуиции, которая не смогла проявить себя в полной мере, так как досталась учёному слишком рано. Это пример несвоевременной гениальности или гениальной несвоевременности.

Так произошла одна из самых досадных в истории науки неудач.

Эра авиации началась лишь в XIX веке. Но самолёт Можайского уже в 1881 году имел двигатель. И на самолёте братьев Райт тоже был установлен мотор. Во времена Леонардо кроме мускульной силы можно было рассчитывать лишь на водяные и ветряные двигатели. Но для летательных аппаратов они непригодны.

Когда задумываешься над историей четвертьвекового упорства Леонардо, испытываешь не только уважение и восхищение, но и недоумение. Если двадцать пять лет Леонардо тратит на попытки полёта, значит, не перестаёт верить в успех? И созданные им конструкции, по оценке последующих самолётостроителей, безупречны. Так почему же он не полетел?! Почему не попытался совершить планирующий полёт на безмоторном самолёте?

Однозначного ответа мы не знаем. Но, учитывая стремление Леонардо да Винчи к решению больших практических задач, можно думать, что планирующий полёт на небольшие расстояния, вероятно, казался ему игрой, эффектным трюком, не больше. И он, возможно, не хотел тратить силы на его осуществление.

А может быть, он понял, что ошибся, и скрывал это, упорствуя? Но мог ли пойти на обман такой человек, как он? Ответ можно получить только у Леонардо.

Листаем его записи... Вот слова, могущие пролить свет на позицию Леонардо в вопросе научной честности. Леонардо пишет о том, что не представляет себе ни инженерной, ни научной, ни художнической деятельности без знания истинных законов природы. Только это, пишет он, «обуздывает инженеров и исследователей, не позволяя им обещать себе и другим вещи невозможные и прослыть безумцами или обманщиками».

О законах природы Леонардо знал больше, чем все его современники, вместе взятые, и больше, чем потомки ещё в течение столетия. Значит, или он не понимал, что и его силам есть предел, или ему не дала довести дело до конца, закончить дерзновенные, но преждевременно задуманные проекты летательных аппаратов его предельная добросовестность.

Леонардо, возможно, предпочёл прослыть перед лицом будущего неудачником, но не обманщиком.

Тут есть над чем подумать. Может быть, читатель когда-нибудь разрешит загадку неудачи Леонардо да Винчи.

Отзвук одиночества

У него был лоб мыслителя, глаза с точным прицелом, скептически опущенные уголки губ. Скульптурно-прекрасное лицо обрамляла щедрая борода. Леонардо да Винчи был сыном нотариуса. Его род не славился выдающимися личностями, его воспитанием никто не занимался, образованием не руководил. Из-за незнатности он не учился ни в одной из прославленных школ. Никого из великих он не мог назвать своим учителем.

Леонардо да Винчи не изучал Аристотеля... Не участвовал в учёных диспутах... Его называли «*homo senza lettere*» — человек без книжного образования, человек без предрассудков.

Наверное, это мнение всё же не оставляло «человека без предрассудков» равнодушным, если он написал такие горькие строчки: «Хотя я и не умею так, как они, цитировать авторов,

я буду цитировать гораздо более достойную вещь — опыт, наставника из наставников. Они ходят напыщенные и чванные, разряженные и разукрашенные, и не своими, а чужими трудами, а мне в моих собственных трудах отказывают, и если они меня, изобретателя, презирают, то насколько больше следует порицать их самих — не изобретателей, а лишь трубадуров и пересказчиков чужих трудов».

Перечитайте эти слова ещё раз. Вдумайтесь в них... Вы почувствовали то одиночество, в плену которого билась мысль одного из самых великих людей земли? Почувствовали его тоску по сочувствию, помощи, пониманию?

Конечно, в его словах громче звучит гордость. Гордость человека, сознающего свою силу, одарённость, способность принести человечеству новые достижения. Но за этой гордостью не спрячешь горечи оскорбленного достоинства, тоски ранимой души, жажды поддержки.

Ни один человек, как бы одарён он ни был, не сможет проявиться полностью, если ему не помогут люди. Это один из законов человеческого общества, и ещё ни одному человеку не удалось доказать, что одиночка сильнее коллектива.

Леонардо был гениален, но одинок.

... Двадцать пять лет жизни, последние двадцать пять, отдано Леонардо несбывшейся мечте.

Тридцать лет жизни, последние тридцать, отдано Эйнштейном поискам единого закона, управляющего жизнью Вселенной, отдано неосуществлённой мечте. Семь лет жизни, последние семь, отдано советским физиком Таммом разгадке тайны элементарных частиц, отдано несбывшимся надеждам...

И Леонардо, и Эйнштейн, и Тамм, каждый в своей сфере, поставили перед собой великие проблемы. И не решили их.

Что это — признак увядания и правы те, кто считает, что после сорока лет от учёного нельзя ждать нового, самое ценное он выдает к тридцати?

Я думаю, тут проявляется иная закономерность. Неудача объясняется не упадком интеллектуальных сил, а сложностью задачи, с которой единоборствует зрелый ум. Ощущение своего опыта, сил, накопленных знаний даёт право незаурядному учёному поставить перед собой максимально сложную проблему. Даёт ему надежду решить её.

И если даже эта проблема не решена — учёный в чем-то ошибся или выбрал неверную исходную позицию, — всё равно преодолен главный участок трудности, начальный, проблема сформулирована, намечен путь её решения. А затем своё слово скажут последователи, обычно более молодые, которые подхватят и решат задачу.

Увы, и в этом Леонардо постигла несчастливая судьба. У него не было ни учеников, ни последователей.

... Человечество оказалось не очень расторопным и внимательным к научному наследию Леонардо да Винчи, этого удивительного универсала. Если его картины — их известно примерно десять — занимали самые видные места во дворцах и музеях, то многие научные труды валялись на чердаках. Их издание началось только в конце XIX века. До этого его труды в виде записных книжек и отдельных записей, разрозненных и разъединённых, — всего оказалось около 7 тысяч страниц — были разбросаны по разным библиотекам Лондона, Парижа, Милана, Турина, Виндзора. Во всяком случае, в одном из самых объёмистых трудов по истории физики, вышедшем в 1882 году, где перечислена масса второразрядных физиков и описаны многие мелкие опыты, Леонардо да Винчи уделена всего одна страница. Но даже не зная подробно его работ, автор пишет: «Леонардо не был обыкновенным всезнайкой». И понимает его масштаб: «... он обнаружил, особенно в физике, такой мощный и обширный ум, что опередил своё время более чем на целое столетие».

Невнимание современников к трудам Леонардо нельзя объяснить какими-либо особыми обстоятельствами. Никаким осадам, подобным осаде Александрии Цезарем в 47 году до нашей эры, когда сгорела Александрийская библиотека, Италия в XV и XVI веках не подвергалась. Леонардо в опале не был, и его рукописи не подлежали специальному

уничтожению, как это случилось с трудами Галилея, Бруно, Эйнштейна. Век был относительно спокойным. Итальянские учёные с усердием переводили сочинения Архимеда, Птолемея, Аполлония, Паппа, Герона, Евклида, Аристарха.

XVI столетие часто даже называют столетием переводов.

Переводят на другие языки и современников. Так, например, одну из книг перевели на французский, испанский, арабский языки. Об этом сочинении историк пишет: «Его читали так усердно, оно прошло через столько рук, что первое издание было почти совершенно истёрто от употребления и до нас дошли лишь позднейшие отпечатки».

Да, ни один труд Леонардо да Винчи, его современников и, пожалуй, предшественников не читали так усердно, как «Магию» Джамбатисты делла Порты.

Серьёзные учёные называли её «безумнейшей из книг», но в ней можно было прочесть описание лампы, в свете которой люди становились похожими на лошадей, и узнать способ определения добродетели женщины с помощью магнита...

Что говорить, важные сведения... Надо было знать характер Порты, чтобы не удивиться успехам его трудов. Впрочем, шарлатаном называли его не все историки, иные называли его полуфизиком, полудилетантом. Хотя и приписывали ему изобретение камеры-обскуры и подзорной трубы. Работал он и над другими серьёзными проблемами.

Но главное — богатый аристократ, светский человек, легко сходящийся с нужными людьми, он запросто бывал в домах влиятельных чинов, и в их среде считался учёным из учёных. Он не скупился на демонстрации эффектных фокусов, основанных на элементарных физических законах, дарил свои книги направо и налево и сам о себе распустил слух, что знаменитую «Магию» написал пятнадцати лет от роду.

Порта эффектно и с большой пользой для себя использовал даже обвинение в колдовстве и чародействе, которое ему предъявила инквизиция. Он затеял важное и нужное дело — организовал в Неаполе в 1560 году «Академию тайн природы». Если бы академия посодействовала развитию естествознания, то на счету у Порты было бы важное для человечества дело. Но Порта всю свою энергию отдал рекламированию своего детища, и пока он раздувал бум вокруг пустого места, академия, не успев открыть ни одной тайны, была закрыта инквизицией, а Порта даже заключён под стражу, из-под которой был торжественно извлечён именитыми друзьями.

Позднее, когда человечество смогло объективно оценить научный потенциал средних веков, оно однозначно связало понятие «Возрождение» с именем Леонардо — возрождение свободной научной мысли от догматизма, от оков схоластики, освежение интеллектуальной атмосферы. И главное — стало ясно, что именно с Леонардо начинается пробуждение интереса к исследованию мира, долго подавляемого церковью, которая подменяла истинное знание авторитетом священных писаний.

Но это стало очевидно гораздо позднее. А в смутное время средневековья, когда наука только становилась на ноги и чашу весов людского любопытства ещё перевешивали мистицизм, суеверие и вера во всяческие чудеса, на научной арене подвизалось и пользовалось успехом немало тёмных личностей — часто талантливых, самобытных, но предпочитавших быстрый успех и деньги серьёзной работе, которая не сразу даёт результаты.

Имена таких учёных были известны и почитаемы. На века прославился знаменитый Парацельс, которого некоторые историки называют королём шарлатанов. Он, однако, сделал не мало для развития медицины.

Любопытна сентенция одного из учёных:

«Внешняя эффектность, некоторая примесь чудесного были, по-видимому, необходимы натуралисту в ту переходную пору для приобретения учёной славы».

Может быть, и Порта, и Парацельс, люди, несомненно, умные, одарённые, к тому же практичные, осознали «дух времени» и пользовались им как щитом от людского недоброжелательства. Возможно, так им было легче работать и жить.

Леонардо да Винчи, как видно, был человеком, далёким от такого практицизма. Он

недооценил того, что легче быть не только учёным, но и фокусником. Его труды остались почти неизвестными современникам и не имели должного влияния на ход истории.

Только в наши дни выяснилось, что Леонардо да Винчи знал многое из того, до чего додумались лишь далёкие его потомки...

С высоты времени иногда приоткрываются любопытные вещи. Несмотря на то что судьба трудов Леонардо прямо противоположна судьбе работ другого великого мыслителя — Аристотеля, результат этого несовпадения для человечества оказался одинаков.

Аристотеля изучали, переводили, переиздавали, комментировали так усердно, что двадцать веков никто не мог «перекричать» его, сказать новое слово в науке.

О работах Леонардо сразу же забыли. Рвение современников к трудам одного и невнимание к работам другого имели один и тот же результат — развитие науки надолго затормозилось.

Дело, конечно же, не в иронии слепой судьбы. Отчасти это можно объяснить тем, что Аристотель воспитал множество учеников. Их обожание, правда, не доходило до экстаза, которое отличало учеников Ямвлиха (одного из новоплатоников), уверявших, что во время совместной молитвы они часто видят своего учителя, «парящего на высоте десяти локтей от земли». Но одни из учеников Аристотеля действительно искренне верили в него. Другие пользовались его именем как тараном, прокладывая себе путь в науку. Третьим уютно жилось в лучах его славы. Относились они к нему по-разному, но были единодушны в желании укрепить его авторитет, раздуть славу. Мощный хор сопровождал голос Аристотеля.

Леонардо же успевал сделать многое, но у него не оставалось времени учить других. Голос гениального одиночки потонул в житейской суе, никем не подхваченный.

... Недавно, в начале 70-х годов XX века, в печати появилось сообщение о том, что в Италии издан «Атлантический кодекс» Леонардо да Винчи. С 1815 года оригинал находился в Амбросианской библиотеке в Милане. Он был в таком плачевном состоянии после трёх столетий скитаний между Италией, Францией и Испанией, что первая попытка его реставрации окончилась неудачей. Архивариусы сочли более благоразумным не дотрагиваться до него.

В 1894 году один швейцарский издатель сделал попытку опубликовать «Кодекс» в Милане. В 1972 году попытку восстановить бессмертный труд возобновило флорентийское издательство Джунти, прославившееся и разбогатевшее на издании «Пиноккио» («Буратино»).

И вот 13 октября 1972 года на книжной ярмарке во Франкфурте-на-Майне появились первые экземпляры собрания научных трудов Леонардо да Винчи. 12 томов — это чуть больше десятка живописных полотен, создавших Леонардо бессмертную славу художника. Теперь в 12 научных томах люди нашего века нашли 14 технических шедевров: буровые вышки и пулемёты, танки и летательные аппараты. В парижском «Экспрессе» можно было прочитать: «Леонардо изобрел всё, что позволяла механика без применения пара и электроники».

Изумление творением гения эпохи Возрождения подогревалось ещё двумя обстоятельствами. Тем, что «Атлантический кодекс» — самое дорогое издание в мире, стоит 10 тысяч долларов. И тем, что его трудно прочесть: Леонардо писал справа налево. «Атлантический кодекс» можно прочесть только с помощью зеркала!

СЛАБОСТЬ И МУЖЕСТВО

Это напоминает ощущение тореадора. Я знаю, что могу быть ранен, но дайте мне хорошего быка, и посмотрим, могу ли я сделать настоящее представление...

Рой Стайгер

Звезды и тишина

О Копернике нельзя сказать, что он первым догадался о вращении Земли вокруг Солнца. Правильнее сказать, что он был тем, кто положил конец сомнению, найдя научное решение загадок небесных движений. Но закрытие темы оказалось куда более трудным делом, чем её открытие Аристархом в III веке до нашей эры. И потребовало такого мужества, что жизнь Коперника потомки отождествляют с научным подвигом, а его самого считают первым из великих астрономов.

Так почему же, спросит читатель, Коперник попал в книгу о заблуждениях?

... В VII веке до нашей эры Фалес Милетский, которого древние почитали как одного из семи мудрецов Греции, сообщил соотечественникам о том, что Земля является центром мироздания. Ввиду исключительности своей миссии она неподвижна, а остальные небесные тела кружатся вокруг неё в почтительном отдалении. Эта версия очень понравилась. Фалеса одаривали почестями и, когда он умер, его оплакивали как человека, утвердившего избранность планеты людей.

Но прошло время, и Пифагор отверг учение Фалеса. В центр Вселенной он поместил чистейшее из всех веществ — огонь, а вокруг огня заставил вращаться Землю, Луну, Солнце, Меркурий, Венеру, Марс, Юпитер, Сатурн и крайнюю сферу неподвижных звёзд, венчавших эту космическую карусель.

Платон в V веке до нашей эры снова передвинул Землю в центр Вселенной.

Позднее Гераклид Понтийский и Экфант, один — последователь Платона, другой — Пифагора, объединившись, признали Землю центром Вселенной и придали ей вращение вокруг оси, чтобы объяснить видимое движение звёзд по небосводу.

Аристотель своим авторитетом надолго пригвоздил Землю в этом её привилегированном положении.

Единственным, кто возвысил голос против авторитета Аристотеля и против неподвижности Земли, был Аристарх Самосский, приверженец учения Пифагора о движении Земли. Он существенно усовершенствовал космогоническую систему Пифагора, выбросив из её центра мистический огонь и поместив туда Солнце.

Аристарх объявил, что Солнце находится в покое в центре мира, а сфера неподвижных звёзд покоится у его границ. Земля же вращается вокруг своей оси и вокруг Солнца, что создаёт видимое движение звёзд и нашего светила. На возражение, что при движении Земли неподвижные звёзды должны не только вращаться по небосводу, но и ежегодно описывать на нём небольшие круги, Аристарх отвечал, что человеческий глаз не может рассмотреть эти круги из-за громадного расстояния до звёзд.

Мы можем лишь удивляться тому, как Аристарху удалось оторваться от освящённых традиций и столь близко подойти к истине. Но может быть, ещё удивительнее, что голос его остался неслышанным. Неслышанным или непонятым ни Гиппархом, который снова, уже во II веке нашей эры, пришёл к мысли о том, что Солнце движется вокруг Земли; ни Птолемеем, который своими солидными трудами обрёк Землю на многовековую неподвижность.

Об Аристархе так хорошо забыли, что Копернику, который ссылался только на Пифагора, пришлось вновь,

в XVI веке, открывать гелиоцентрическую систему мира. Уже навсегда. Но для того чтобы развенчать Птолемея и вытолкнуть Землю из центра мироздания, ему пришлось затратить всю жизнь.

Эта жизнь могла сложиться куда спокойнее, если бы он не занялся астрономией. У Коперника было множество возможностей иначе использовать свои силы и дарования. Выбрать себе любую профессию. Он был богат — отец, краковский купец, мечтал дать сыну блестящее воспитание. Об его образовании заботился и дядя, епископ большой Вармийской

епархии. Образованный, просвещённый человек, со связями, он был заметной фигурой в польском обществе. Слыл поборником новых идей, патриотом. И действительно, сделал немало для своего края с его тревожной судьбой.

Вармия была частью польской территории, простиравшейся по берегам Вислы от города Торунь, где в 1473 году родился Коперник, до Балтийского моря. Она часто становилась жертвой алчности соседей. За век до рождения Коперника Вармию захватил Тевтонский орден, но в XIV веке поляки отбили её у немцев. Вармия стала церковным княжеством. Она считалась в вассальной зависимости от польских королей, но управлялась епископом и его советом — капитулом, как его называли, состоявшим из шестнадцати каноников.

И епископу, и каноникам, и простым людям вармийской земли часто приходилось превращаться в солдат: Тевтонский орден продолжал попытки захватить Вармию. На этой почве созрело и закалилось гражданское мужество молодого Коперника. Он не остался в стороне от всех этих событий и, когда пришло время, влился в ряды поляков, боровшихся за независимость своей родины.

Но поначалу жизнь его складывалась благополучно и спокойно. Двадцати четырёх лет, окончив Краковский университет, он стал каноником Вармии. Для такого молодого человека это было почётным назначением. Должность обеспечивала ему материальную независимость, а главное — досуг, который он мог тратить по своему усмотрению.

Коперник распорядился свободой на свой лад. Он покинул Краков, где четыре года изучал медицину и математику, и уехал в Вену, потом в Падую, Феррару, наконец, в Болонью.

Не случай привёл Коперника в Болонью. Ещё в Кракове он прослушал курс астрономии. Крупный польский астроном Войцех Брудzewский, угадав в юноше особый дар, подсказал Копернику выбор. Не медицина, не чистая математика — астрономия должна стать полем его деятельности. И советовал расширить и укрепить знания в других университетах, поехать в Болонью к известному астроному Наварре.

Прошло несколько лет напряжённых занятий, и в 1500 году в расписании лекций по математике Римского университета можно было найти имя преподавателя Николая Коперника.

Заграничная командировка Коперника подходила к концу — считалось, что капитул послал его изучать каноническое право, — но он успел изучить греческий язык (что открыло ему доступ к греческой науке в первоисточниках), закончить юридическое образование и усовершенствоваться в медицине.

В 1504 году он вернулся в Польшу и с тех пор не покидал её. По официальному своему положению Коперник считался врачом и секретарем дяди-епископа. Но основным его занятием стало изучение неба. Он тщательно наблюдал движение светил при помощи обычных для того времени приборов — квадрантов и секстантов, позволявших измерять углы. При этом он применял и часы: солнечные часы для точного определения полдня и песочные и безмаятниковые механические для деления суток на меньшие части.

В 1512 году, когда епископ Валенроде умер, Коперник переезжает из Лидзбарка (Гейдельсберга) в Фромброк и поселяется в одной из башен крепостной стены, окружавшей собор. Здесь же он оборудует себе обсерваторию. В этом помещении Коперник жил и работал свыше 30 лет.

Коперник не был общительным человеком и имел лишь нескольких учеников.

Один из биографов пишет: «Он жил слишком уединённо и безвестно для тех, которые, подобно нам, желали бы бросить взгляд на ход развития его открытий».

Башня сохранилась до нашего времени, но ничто в её облике не раскрывает тайны совершенного в ней чуда. Ничто не намекает на секрет прозрения жившего в ней труженика, увидевшего в небе то, что так повлияло на судьбы отдельных людей и всего человечества.

Резолюция по секрету

Остались позади шумные, праздничные итальянские города; постепенно затихали в памяти голоса далёких друзей; забывались серенады под балконами пугливых соседок; остывали в воспоминаниях горячие споры о задачах науки, о долге учёных перед человечеством...

Коротая ночи на вершине башни и слушая дыхание спящего города и переключку караульных, Коперник всё больше убеждался в том, что выбрал для себя нелегкую профессию.

Упорству и терпению астрономов всегда удивлялись учёные других направлений. Пока физика и философия проходили полосы метаний, сомнений, противоречий, астрономы двигались через века со скоростью черепахи, накапливая сведения о ночном небе. Астроном не рассчитывает на сенсационное открытие и быструю славу. Разве что судьба пошлёт ему комету или зажжёт новую звезду.

Коперник отдавал себе полный отчёт о том, что и его жизнь может пройти незаметно в одиноком, неблагодарном, однообразном труде. Кто оценит этот труд? Разве что будущий астроном, такой же чудаковатый, помянет его добрым словом, листая составленные им таблицы, каталоги и карты неба, используя в своей работе его расчёты и формулы.

Из ночи в ночь он будет бодрствовать тогда, когда другие люди спят. Будет внимательно и терпеливо вглядываться в ночное небо и видеть то, что видели до него поколения астрономов, — мириады огоньков, блуждающих в чёрной бездне непонятно зачем, непонятно как.

И если над первым вопросом — «зачем», этим вечным «проклятым» вопросом, с переменным успехом бились физики и философы, то на второй вопрос — «как» — могли ответить только астрономы.

Коперник понимал, что одни размышления не могут помочь построить модель мира. Поэтому-то древние натурфилософы и не оставили после себя решения ни одной из «вечных» проблем. Лишь наблюдения над небом в течение столетий, тысячелетий дают основание для построения истинной картины мира. Наблюдать и придумывать. Придумывать и наблюдать. И сравнивать! Сравнение придумываемого и наблюдаемого — вот критерий для разгадки тайн Вселенной.

Предшественники (и какие предшественники — Аристотель! Птолемей!) оставили в распоряжение Коперника богатый фактический материал, веками устоявшиеся контуры мироздания. И он благоговел перед дерзостной мощью их интеллекта. И не помышлял занести меч над созданием их разума и интуиции. Он мечтал лишь почувствовать себя причастным к их великим делам, к кругу их интересов.

Он видел себя соучастником, но не бунтарём, не сокрушителем! И добросовестно штудировал их труды, прививая себе их взгляд на мир, учился видеть их глазами, слышать их ушами, применять их научные методы.

Коперник безоговорочно принял за основу мироздания неподвижную сферу звёзд, в центре которой находится неподвижная Земля. У него не вызывало сомнений и убеждение древних в том, что за этим тонким сферическим слоем больше нет ничего. Им замыкается мировое пространство.

Смущало Коперника только одно. По Птолемею, эта сфера обращается вокруг Земли за сутки. Какую же невероятно огромную скорость развивает эта сфера, поражался Коперник, если успевает обернуться вокруг Земли за двадцать четыре часа! Ведь диаметр сферы огромен. Что-то здесь не так...

Но как можно спорить с Птолемеем? И с очевидностью? Ведь каждому, находящемуся на Земле, видно воочию, что звёзды движутся по небосводу...

Однако... «видно» — ещё не доказательство. Ведь то же самое впечатление может возникнуть, если Земля вращается вокруг своей оси за сутки, а сфера звёзд неподвижна.

Так Коперник дал толчок Земле, и она вновь завертелась после многовековой неподвижности, на которую её обрекли Платон, Аристотель и Птолемей.

Коперник чувствовал известное неудобство: он противоречил Птолемею. Но, с другой стороны, черпал уверенность у древних, учивших, что «природа не делает ничего лишнего и напрасного». И Коперник считал, что природе проще вращать Землю, чем всю сферу звёзд. Тем более Птолемей сам тяготился громоздкой системой мироздания, придуманной им для объяснения движения звёзд. Он жаловался: «Легче, кажется, двигать самые планеты, чем постичь их сложное движение».

Действительно, громоздкая система Птолемея была неправдоподобна и озадачивала не одного астронома. Об уязвимости птолемеевой системы писал в III веке нашей эры арабский астроном Аверроэс, который призывал к её пересмотру. Призывал учеников и потомков, так как сам был слишком стар к тому времени, когда почувствовал уверенность в своих сомнениях.

И Коперник решился — он составил свою систему движения небесных тел. Сфере дальних звёзд он приписал покой. Земле придал суточное вращение вокруг её оси и вокруг неподвижного Солнца. Вокруг него же заставил обращаться и другие планеты.

Коперник получил то, к чему стремился: наблюдаемое с Земли движение небесных светил чётко объяснялось придуманной им системой строения мира. Объяснялось просто и убедительно. В его системе не было громоздких построений, свойственных птолемеевой системе. Не было нагромождений, усложнявших птолемееву систему из-за её логической непоследовательности. И чем больше Коперник думал о своей новой, гелиоцентрической, схеме мира, тем больше убеждался в её преимуществе перед геоцентрической.

Революция произошла, но ещё никто, кроме дерзкого каноника, не знал о том, что старый косный мир рухнул и на смену ему пришёл новый, предельно ясный и по-настоящему простой.

Наконец, он записывает в дневнике: «Хотя всё сказанное многим может показаться слишком сложным и даже непонятным и действительно идёт вразрез со взглядами огромного большинства, мы с божьей помощью постараемся при дальнейшем изложении сделать всё это яснее Солнца, по крайней мере для тех, кто не совсем чужд математических познаний».

Он не решается широко оповестить о революции. Пусть в это поверят хотя бы немногие, лишь учёные, однако и среди них нужно выбирать с осторожностью. Начать можно с друзей, заслуживающих полного доверия.

Но как убедить в своей правоте? Одно дело — понять истину самому. Уверовать в неё. Совсем другое — убедить других. Заставить их принять новую точку зрения. В данном случае — заставить поверить в то, что Земля, надёжная, неподвижная, устойчивая Земля, которая в сознании людей была опорой всего сущего, на самом деле мчится в круговороте Вселенной. И Коперник засел за книгу. Гигантский труд, в котором Коперник обосновал гелиоцентрическую систему, был завершён в 1512 году. По-видимому, именно в этом году он начал рассылать знакомым рукописные копии краткого изложения основ своей системы. Два таких экземпляра были найдены в прошлом веке. Они озаглавлены «Николая Коперника о гипотезах, относящихся к небесным движениям, краткий комментарий».

Конечно, познакомились с копиями лишь немногие. Возможно, Копернику надо было решиться на публичное выступление. Но одно дело — переписка с коллегами, научная дискуссия. Совсем другое — публичное выступление. Для этого нужно всё много раз проверить, продумать, ещё и ещё раз сравнить выводы с наблюдениями. Для этого требуются годы и годы. И хотя годы проходили, наблюдения множились и уточнялись и всё больше утверждали Коперника в истинности его открытия, он медлил. Он понимал, на что покусился и какую бурю вызовет его теория, когда станет общим достоянием.

Вот рукопись почти готова, но нужно иметь мужество выпустить её в свет. Весной 1539 года к Копернику приехал его ученик, 25-летний виттенбергский профессор Рэтик. Почти два года провёл он в Фромброке, изучая рукопись трактата Коперника и беседуя с ним.

Два учёных совершали двойное преступление (с точки зрения их времени): они не только готовили революцию в науке, но и бросали вызов церкви. Коперник — католик, Рэтик — протестант. Приехав к Копернику, он вступил на католическую территорию, где

протестанты преследовались. У Коперника было много друзей-протестантов, и он был давно на заметке. «Что можно ожидать от такого человека? — злобно говорили церковники о своем канонике. — Раз человек лелеет вопиющую ересь, то не прочь якшаться и с протестантами». Причём католики не принимали во внимание тот факт, что протестанты были даже более воинственными противниками гелиоцентрической системы — об этом говорят злобные выступления Кальвина и Лютера, идеологов протестантов.

Коперник предлагал людям вместо божественной устойчивости невероятные скорости. Вот какие цифры привёл недавно в своей статье кембриджский астроном Хойл: «В США вы имеете дело со скоростью около семисот миль в час при вращении Земли вокруг своей оси. Вы несётесь вместе с Землей по её орбите вокруг Солнца со скоростью почти семьдесят тысяч миль в час... Кроме того, вы двигаетесь с колоссальной скоростью почти в один миллион миль в час в сфере Галактики!» Но и это ещё не всё. Сама Галактика движется со скоростью в несколько миллионов миль в час. Хойл пишет, что если бы эти расчёты увидел Ньютон, он, конечно, понял бы их, но был бы потрясён. Что же сказать о современниках Коперника, которые ничего бы не поняли, кроме того что вместо божественной устойчивости сумасшедший каноник хочет всучить им сумасшедший мир! «Кто отважится поставить авторитет Коперника выше авторитета святого духа?» — вопрошал Кальвин.

«Этот глупец пытается перестроить всю науку астрономию!» — возмущался Лютер.

При содействии Коперника Рэтик, невзирая на обстоятельства, всё-таки пишет и в 1541 году издаёт небольшую популярную книжку «О книгах... Николая Коперника Торуньского, каноника Вармийского, первое повествование».

В следующем, 1542 году под влиянием Рэтика Коперник наконец решается издать свой труд. Он посвящает его папе римскому. Рэтик организует печатание трактата в Нюрнберге. Книга вышла в свет в 1543 году. Когда первый печатный экземпляр пришёл к автору, Коперник был тяжело болен. Он уже не смог ни прочесть её, ни узнать, к чему привело её появление.

Эрик Роджерс очень трогательно описывает момент встречи Коперника с книгой: «Он видел её, прикоснулся к ней и в ту же ночь тихо скончался».

Начиналась весна 1543 года.

Идеи не сгорают

В течение последующих двадцати лет в жизнь вступают люди, которые вовлекаются в трагическую орбиту интересов Коперника. Его самого уже нет, он не волен руководить ни работой, ни судьбой своих последователей, но становится невольным распорядителем их жизни и смерти.

1546 год... Родился шведский астроном Тихо Браге, который, восхищаясь Коперником, потратит жизнь на то, чтобы сделать переход к его системе психологически более лёгким для людей, воспитанных в духе Аристотеля и Птолемея, создав систему, приемлемую для церкви.

1550 год... В мир пришёл Джордано Бруно, самый трагический, самый обаятельный и безрассудный служитель церкви и истины. Это парадоксальное совмещение приведёт его к костру инквизиции.

Далее, 1564 год... Родился Галилео Галилей, человек, тихие слова которого: «А всё-таки она вертится...», сказанные на коленях, под пыткой, прозвучат на все века гимном свободной мысли.

И, наконец, 1571 год отмечен появлением на свет Кеплера, мечтателя, идеалиста, мужественного человека, в незаметной жизни которого происходили удивительные события...

Гибель Джордано Бруно — классический, обнажённый пример смерти за идею. Его сожгли за убеждения. Сожгли в расцвете сил — ему исполнилось ровно пятьдесят лет. Иначе справиться с ним было невозможно. Другим способом церковь не могла утвердить свой

авторитет, свое превосходство. В споре против истины она не имела иных аргументов. Поэтому ей не оставалось ничего другого, как уничтожить непокорного.

Если бы Бруно не был пылким неаполитанцем и выражал свои взгляды не столь громко и страстно; если бы он не был монахом, членом доминиканского ордена, и его не рассматривали как изменника вере — может быть, жизнь его не оборвалась бы так внезапно и трагически.

«Не признавайся братьям по вере, что ты смеёшься над Аристотелем и всеми перипатетиками, порицаешь Птолемея и восхищаешься Коперником», — внушала ему осторожность. Но он был шумен и откровенен. «Братья» травили его. Когда же он выступил против догматов о непорочном зачатии, ему пришлось бежать из монастыря. Он находит временное убежище в Женеве, но здесь его принуждают принять кальвинизм; он бежит в Париж, однако аристотелианцы выгоняют его оттуда, несмотря на покровительство Генриха III.

Гонения, видно, только разжигают в нём дух противоречия. И он не находит ничего лучшего, как в Оксфорде, где было принято взимать штраф за возражения Аристотелю, дать блестящий словесный бой приверженцам Аристотеля и Птолемея!

Опьянённый азартом битвы, он выкладывает им не только то, что думает об их кумирах, но растолковывает далеко не всем учёным мужам известное учение Коперника. И когда они, не в силах подыскать веские аргументы, отвечают ему бранью, он на десерт угощает их своими теориями.

Слушайте вы, неучи, говорит он, во Вселенной существует не только одна наша Солнечная система, но множество подобных ей миров! И на многих из них есть условия, пригодные для жизни разумных существ.

Когда же слушатели в ужасе воздевают руки к небу, призывая на голову еретика гнев господень, неистовый неаполитанец добивает их сообщением, что человек — лишь мелкое ничтожное звено в ряду творений, а наш душный тесный мир — пылинка в беспредельной Вселенной...

Джордано Бруно, не физик и не астроном, полуфилософ-полумечтатель, «слишком фантазёр, чтобы можно было считать его учёным», как характеризовали его некоторые историки, расколол силою воображения сферу неподвижных звёзд и раздвинул мир в бесконечность.

После блистательной победы на диспуте в Оксфорде Бруно покидает, отнюдь не добровольно (несмотря на покровительство королевы Елизаветы), Англию и снова появляется в Париже, где лидирует на трёхдневном словесном состязании. Париж его вторично выпроваживает и переадресует в Гельмштедт, где он попадает в руки Бете, настоятеля Гельмштедтского собора. Тот срочно готовит отлучение Бруно от церкви.

Но Бруно, шумный и общительный итальянец, снова находит защитника, теперь в лице герцога Брауншвейгского. Герцог вырывает Бруно из рук церкви. Но ненадолго. Дальше — несколько лет заточения в застенках венецианской инквизиции, где Бруно пытаются «перевоспитать». Но он не оставляет своих «фантазий». И церковь решает лечить его огнем от пагубных заблуждений.

Это было время, когда обрёл жуткую реальность клич папского легата Арнольда Амальриха, возглавлявшего крестовый поход инквизиции 1209 года. На вопрос: «Кого убивать?» — он ответил: «Убивайте всех, бог своих узнает!»

По обычной формуле инквизиции смертный приговор Бруно гласил: «...дабы ему быть наказанным снисходительнейше и без пролития крови». Выслушав приговор, смысл которого ни у кого не мог вызвать сомнений, Бруно сказал насмешливо: «Вы более испытываете страха, произнося мой приговор, чем я, его принимая».

Бруно стал жертвой «auto da fe», что в переводе значит «акт веры». Его сожгли на костре на площади Цветов 17 февраля 1600 года. В момент казни Бруно отвернулся от распятия, которое ему протянули сквозь пламя.

Потрясает тот факт, что Бруно бунтовал, зная, какой конец себе готовит: «Я не могу

бежать. Охрип от жалоб, телом изнемог. Судьбе покорно следую без капли сожаленья. И не пытаюсь снять с себя терновый свой венец. Пусть смерть спасёт меня от жизненных тревог, пусть свой приход предсмертные мучения ускорят, принеся мне страшный, роковой конец».

Этот пророческий сонет он написал задолго до смерти, занимаясь в литературной школе...

... После смерти Бруно осталось его сочинение, написанное в 1584 году в защиту системы Коперника. Это было не очень солидно аргументированное сочинение, изобилующее неточностями, недосказанностями, фантазиями — скорее неистовый монолог человека, интуитивно чувствующего истину, чем учёного, защищающего её беспристрастными научными доводами.

Но пройдя свой последний путь по жуткому подземелью, которое вело смертников из зала судилищ роскошного Дворца дождей в Венеции, и задержавшись на миг на роковом мосту Вздохов, где узники прощались с солнцем, Джордано Бруно вышел навстречу смерти Великим Человеком.

... Пока сочинение Бруно ходило по рукам и будоражило умы, уже и так накалённые бурными событиями,

в 1588 году появилось и тоже пошло по рукам другое сочинение — с возражением против учения Коперника.

Это были такие веские возражения, что с ними не мог не согласиться каждый аристотелианец и верный слуга церкви.

Первое: каким образом, если Земля действительно движется, камень, брошенный с высокой башни, может упасть у её подножия?

Второе: Земля — большое, тяжёлое, совсем не приспособленное для движения тело; как же возможно кружить его по воздуху наподобие звезды?

Третье возражение: Библия, книга Иисуса Навина, опровергает учение о движении Земли и утверждает движение Солнца: «Солнце, остановись в Гидеоне!»

Выступи с этими возражениями неизвестный автор, на них мало кто обратил бы внимание. Но они исходили от известного астронома Тихо Браге, который пользовался большим уважением и заслужил признание как несравненный наблюдатель неба.

Полуправда-полуложь

Тихо Браге с детства знал: астрономия — его призвание, хотя аристократическая семья считала это занятие не дворянским. Когда ему исполнилось тринадцать лет, его отослали в Копенгагенский университет изучать право.

Впрочем, окончательное решение стать астрономом родилось в какой-то мере случайно: произошло затмение Солнца, произошло в точно предсказанное время, и возможность столь точного предсказания небесных событий так ошеломила Тихо, что он дал себе слово научиться понимать язык неба. На все свои карманные деньги он купил астрономические таблицы и латинский перевод «Альмагеста». Изучение этого труда Птолемея стало его основным занятием на последующие три года. Затем ему удалось отправиться в длительное путешествие. Ночи он проводил, наблюдая звёзды. Деньги тратил на астрономические приборы и книги.

Ему было около шестнадцати лет, когда он обнаружил, что хотя таблицы Коперника отличаются от таблиц Птолемея, ни те, ни другие не совпадали с его наблюдениями. Тогда он наметил цель и программу, которой следовал всю жизнь: на основе всё более точных наблюдений и измерений положения звёзд и планет решить, какая система мира правильна.

Таблицы Птолемея и Коперника предсказывали видимое сближение планет Юпитера и Сатурна. Семнадцатилетний Тихо наблюдал это редкое событие и установил потрясающую точность таблиц Птолемея. За прошедшие 1 400 лет (16 800 месяцев) ошибка составила лишь один месяц. Коперник ошибся на три дня, но по отношению ко времени, прошедшему после составления его таблиц, ошибка была примерно втрое больше, чем ошибка Птолемея. Здесь

было над чем задуматься. Задуматься молодому человеку, который оставался сыном своего века настолько, что верил в связь этого предсказанного Птолемеом и Коперником и наблюдаемого им самим сближения Юпитера и Сатурна с эпидемией чумы, поразившей вскоре Европу.

Жизнь Тихо Браге похожа на авантюрный роман.

Он строит всё более крупные и точные астрономические приборы. Он дерётся на дуэли из-за расхождений в вопросах математики и лишается при этом части носа. Ему пришлось изготовить себе фальшивый нос — протез из окрашенного металла, который, впрочем, держался не очень прочно, так что Тихо время от времени подклеивал его на место. Он увлекается алхимией и всякими чудесами, но бросает всё, чтобы наблюдать удивительную новую звезду. Она была столь яркой, что не меркла и днем.

Возможно, самым экстравагантным его поступком в глазах родни и света была женитьба Тихо на простой крестьянской девушке.

Для того чтобы удержать Тихо Браге в Дании, король предоставил в его распоряжение целый остров, большие земельные владения и денежный оклад, а также огромные средства на строительство обсерватории (по современному курсу около 1,5 миллиона рублей). Здесь Тихо Браге работал свыше двадцати лет, создал свою систему мира, о которой речь впереди, и стал выдающимся астрономом, оставаясь при этом суеверным и тщеславным человеком.

Его посещали короли и учёные, философы и бюргеры, а он ссорился с придворными и враждовал с арендаторами. После смерти короля Тихо повздорил с могущественным советником малолетнего наследника престола. Хотя столкновение произошло из-за собаки, оно изменило ход событий в жизни астронома.

Тихо Браге покидает Данию и, захватив несколько небольших приборов, переезжает в Германию. Через два года он прибывает в Прагу в качестве астролога и алхимика императора Рудольфа. Рудольф выдал своему новому придворному 2 000 червонцев на обзаведение, 3 000 гульденов ежегодного содержания, дом в Праге, замок за городом для научных занятий. Однако самым крупным приобретением Тихо в Праге был ассистент, молодой, но уже заслуживший известность астроном Иоганн Кеплер, которого он пригласил для помощи при наблюдении движения планеты Марс.

Тихо много работал, иногда много пил и однажды, в мрачную осеннюю ночь 1601 года, после ужина, на котором было обильно съедено и немало выпито, умер.

Этот удивительный человек, порядком странствовавший и веселившийся, успел сделать ценные и тщательно выполненные астрономические наблюдения. Он поражал современников высокой точностью определения местоположения небесных светил. А ведь это нелегкая задача. Астроном наблюдает не истинное положение планеты, а только направление, в котором она видна с Земли. Но и планеты и Земля движутся, причём форма орбиты Земли и скорость её движения были в то время неизвестны. Тут нужны не только хорошие инструменты и особое профессиональное искусство наблюдения, но и умение вычислять и, главное, способность создавать новые методы вычисления.

Тихо Браге прославился добросовестностью своих расчётов. Он считался королём точности. Виртуозом. Некоторые коллеги даже считали его инструменты заколдованными. Но он не мог оторваться от методов, созданных предшественниками. Поэтому, собрав огромную массу фактов, сосредоточенных в стопках таблиц, он не сумел пойти дальше Коперника. Он даже сделал шаг назад. Но об этом чуть позже.

Удачи Тихо объяснялись просто, он был увлечённым астрономом, терпеливым, трудолюбивым. Во время странствий он отыскивал лучших мастеров-механиков и заказывал им астрономические приборы.

Прежде чем использовать их для наблюдения, он изучал работу каждого из инструментов и составлял таблицы погрешностей, то есть знал «характер» каждого, и, вводя поправки в результаты измерений, добивался небывалой точности. Для сегодняшней техники измерений — это норма, но тогда это было новаторство на грани чудачества.

В то время никто из астрономов не умел учитывать ошибки своих наблюдений,

поэтому они удивлялись точности таблиц Тихо Браге. Он наблюдал движения планет и комет. Он первым доказал, что кометы — астрономические объекты, а не явления в атмосфере, как думали до него.

Двадцать один год Браге копил наблюдения в Ураниенбурге и составил свою систему движения небесных светил, отличающуюся как от коперниковой, так и от птолемеевой.

Против птолемеевой системы свидетельствовал путь Марса, который Тихо исследовал с большой точностью.

Против коперниковой системы Браге имел лишь приведённые уже нами три аргумента. Они носили умозрительный характер, фактических опровержений Тихо не имел. Наблюдения не опровергали системы Коперника.

Тихо даже выражал восхищение гением Коперника и признавал ясность и простоту его системы. Но... не мог с ней согласиться, не мог представить себе движение Земли.

Так Тихо Браге пришёл к странной, эклектической системе, полуптолемеевой-полукоперниковой. Как у Птолемея, Земля Тихо находилась в покое, а Солнце и Луна вращались вокруг неё. Как у Коперника, прочие планеты двигались вокруг Солнца.

Таково было сходство с этими двумя диаметрально разными системами. Были и различия.

Во-первых, Тихо пришёл к выводу, что Коперник ошибся, приняв в угоду Аристотелю круговые орбиты светил. Эту мысль поддерживал и Кеплер, который после долгих расчётов действительно подтвердил, что планетные орбиты имеют форму эллипсов, что было совершенно новым и удивительным открытием в области астрономических понятий. Такого вольнодумства никогда не допускал ни один астроном, привыкший к мысли, что только круговые движения достойны неба, только они отражают понятие гармонии в природе.

Этот вывод был обращён и против натурфилософии Аристотеля, и против систем Птолемея и Коперника.

Но Тихо настаивал на своём несогласии со всеми троими. Он также отказывался рассматривать Солнце как одну из многих неподвижных звёзд. Это уже было только против Коперника.

Система Тихо Браге — несомненно, шаг назад от системы Коперника. Об этом заблуждении Тихо Браге можно было бы не рассказывать, если бы его авторитет, положение в астрономическом мире, замечательные расчёты и наблюдения фактического расположения светил не привели к важным последствиям. Многие и многие учёные были вовлечены в обсуждение этой проблемы. Те, кто ничего не слышал о Копернике, услышали о нём. Те, кто слышал о нём, но не знал подробностей его системы, изучили их. Поднялась волна интереса, дискуссий, размышлений.

И кроме того, способствуя дискредитации Птолемея, Тихо тем самым невольно поднял шансы Коперника, приблизил его победу. Обнажая и доказывая заблуждения Птолемея, Тихо облегчал дорогу новому взгляду, расчищая ему путь, выметая сор предрассудков.

Астрономы, слушая доводы Тихо, не могли не думать: если такой учёный отрёкся от Птолемея, кто же возьмёт на себя смелость защищать его?

Получилось так, что система Коперника стала общим достоянием не усилиями самого Коперника, а благодаря Тихо Браге и его ошибочной, но более приемлемой для современников и для церкви системе.

Абсолютный слух Кеплера

И только малооплачиваемый скромный ассистент Кеплер был против теории своего знаменитого шефа. Он не соглашался с доводами Тихо Браге и безоговорочно верил в систему Коперника. Иоганн Кеплер был студентом, когда узнал о гелиоцентрической системе Коперника. Дерзость польского астронома восхитила студента — он стал ярым приверженцем нового взгляда, защищал его во время студенческих дискуссий и даже написал по поводу коперниковой системы мира реферат. Но тогда ещё он не увлекался

астрономией, его страстью были религия и философия. Вакансию лектора по астрономии Кеплер занял скрепя сердце, считая, что это лишь временно, он надеялся «получить возможность заняться более интересным делом».

Когда в отсталую область приходит гений, он возвышает её, придает ей блеск новыми идеями и достижениями. О Кеплере историк науки Лодж сказал: «Он был прирождённым мыслителем, подобно тому как Моцарт был прирождённым музыкантом».

Ещё до работы у Тихо Браге Кеплер снискал популярность серьёзной и зрелой работой по определению расстояния от Солнца пяти известных в то время планет. Эта работа была выполнена на основе коперниковых концепций и наблюдений, проведённых Тихо Браге. На них же опирался и разработанный Кеплером календарь.

Вычисления Кеплера показали, что радиусы орбит в системе Коперника относятся между собой как числа 8:15:20:30:115:195. Но Кеплер не получал удовлетворения от простого обнаружения фактов. Ему нужно было понять, почему существуют именно такие отношения, более того, почему вокруг Солнца кроме Земли вращается ещё пять планет.

Кеплер, подобно Пифагору, был убеждён, что бог создал мир гармоничным, что числовые закономерности, описывающие эту гармонию, доступны пониманию человека и могут объяснить строение мира. Кеплер писал: «Я размышлял над этим со всей энергией, на которую способен мой ум».

Вначале он думал, что схему орбит можно построить, последовательно вписывая в окружность равносторонний треугольник, а в него ещё одну окружность и в неё снова треугольник... Но при этом для радиусов орбит получались лишь простые отношения типа два к одному.

Затем он пытался проделать аналогичные геометрические построения, заменив треугольники квадратами, шестиугольниками... но и так ничего не получалось.

Внезапно он вспомнил, как греческие математики доказали, что среди пространственных фигур многогранников могут существовать лишь пять правильных фигур, все грани и углы которых одинаковы. Пять многогранников! При их помощи можно построить шесть сфер. Шесть сфер — шесть планет! Есть от чего прийти в возбуждение...

Кеплер приступил к кропотливым построениям и сложным расчётам. Наконец он установил, что таким путём можно построить последовательность сфер, радиусы которых относятся как радиусы планетных орбит. Он пишет: «Огромную радость, которую я испытал от этого открытия, нельзя выразить словами. Я уже не жалел о потраченном времени и не испытывал усталости; я не боялся трудных расчётов, не считал проведённых за вычислениями дней и бессонных ночей, стремясь выяснить, соответствует ли моя гипотеза теории орбит Коперника, или же моя радость должна рассеяться, как дым».

Теперь мы знаем, что результат, полученный Кеплером, — лишь случайное совпадение. Но Кеплер, конечно, не мог этого предположить. Он всю жизнь гордился этим открытием. Еще бы! Он установил, что число планет задано богом в соответствии с числом правильных многогранников, и из соответствующих геометрических построений Кеплер получил отношения радиусов планетных орбит! Он подвёл математическую основу под теорию Коперника!

И даже потом, когда выяснилось, что отношения истинных радиусов орбит не совпадают с отношением полученных Кеплером чисел, он не отказался от своей идеи, а пытался подогнать радиусы своих сфер к новым числам.

Мы знаем, что, наткнувшись на случайное совпадение и упорствуя в своем мнении, Кеплер заблуждался. Но это заблуждение привело его к великим открытиям.

В книге, посвящённой этим работам, Кеплер подробно описал все свои неудачные попытки. По-видимому, он был первым, кто понял, что способствовать росту человеческих знаний можно не только публикуя открытия и верные результаты, но и, может быть в ещё большей мере, показывая, как достигались открытия, описывая и анализируя все ошибочные пути.

«... Я считаю, — писал Кеплер, — что те пути, с помощью которых люди приобрели

знания о небесных явлениях, не менее достойны восхищения, нежели сами открытия...»

Как не вспомнить другого гения со столь же высоким чувством долга — Эйнштейна. После того как в 1938 году он сказал своему другу Митрани: «Наконец-то я нашёл ключ к единой теории поля», через полгода он пишет ему: «Я ошибался... Мои расчёты оказались неправильными. И всё же я опубликую свою работу. Надо по возможности предостеречь другого глупца, чтобы он тоже не потратил два года на такую же идею». Не часто в науке мы встречаем такую чистоту помыслов. Неудивительно, что Эйнштейн, бог физиков, преклонялся перед Кеплером.

Книга Кеплера стала наиболее аргументированным обоснованием системы Коперника. В ней он высказал смутные и неправдоподобные для тех дней предположения о том, что каждая планета движется по своей орбите под влиянием Солнца. Из этого предчувствия он впоследствии извлёк свой знаменитый закон движения планет. В руках Ньютона он превратится в закон всемирного тяготения.

Выход книги, защищающей учение Коперника, был достаточным поводом для того, чтобы католическая церковь добилась увольнения с работы протестанта Кеплера. Это был один из тех случаев, когда действия клерикальной реакции обернулись на пользу науки. Кеплер не нашёл лучшего выхода, чем переезд в Прагу к Тихо Браге, который исхлопотал для него должность императорского математика.

Смерть Тихо Браге оборвала их плодотворную совместную работу.

Однако по существу их сотрудничество продолжалось. Кеплер, по завещанию Тихо Браге, продолжал публикацию его таблиц. А эти таблицы давали Кеплеру тот бесценный экспериментальный материал, над которым свыше четверти века он трудился, чтобы отыскивать неведомые законы, управляющие движением планет.

Кеплер продолжил изучение орбиты Марса, начатое им ещё при жизни Тихо Браге. Зная уже, что круговые орбиты Коперника, симметричные относительно Солнца, не обеспечивают нужной точности совпадения с наблюдаемым движением планет, Кеплер вернулся к идее Птолемея о том, что центры круговых орбит могут быть смещены относительно Солнца. Для вычисления нужно было знать величину и направление этого смещения. Этого не знал никто. Оставался метод проб. Кеплер проделал 70 таких попыток, каждая из которых требовала сложных и утомительных вычислений. Задача состояла в том, чтобы, подобрав исходное положение центра орбиты в соответствии с таблицами наблюдений, вычислить и сравнить с таблицами последующее движение планеты.

Наконец Кеплеру удалось добиться хорошего совпадения с наблюдаемыми долготами Марса. Но радость была преждевременной, ибо ошибка при вычислении его широт оказалась слишком большой.

Кеплер продолжил свои поиски и после изнурительного труда добился одновременного совпадения вычислений и измерений, как по долготам, так и по широтам.

Однако и теперь радость была преждевременной. Тщательная проверка показала, что хорошее совпадение достигается не вдоль всей орбиты. На отдельных её участках расхождения достигали восьми угловых минут — примерно четыре десятитысячные доли окружности.

Кеплер знал искусство Тихо Браге и не мог поверить, что тот допустил даже эту ничтожную ошибку. Ни авторитет Птолемея, ни его собственная теория не могли устоять перед таблицами Тихо.

Кеплер считал, что верная теория должна приводить к точному совпадению с реальностью, отражённой в этих таблицах. И он принялся за новую работу. Требовалось узнать истинную форму орбиты Марса.

Кеплер придумал, как это сделать на основе тех же таблиц. Это была циклопическая работа, ибо сначала нужно было из этих таблиц установить неизвестную ещё форму орбиты Земли.

Решая эту задачу, Кеплер обнаружил, что скорость движения Земли по орбите не постоянна. Зимой она движется быстрее, чем летом.

Исходя из своих смутных представлений о том, что планеты движутся под влиянием Солнца, и из анализа вычисленных им положений Земли при её движении вокруг Солнца, Кеплер открыл простой закон: радиус-вектор планеты (то есть линия, соединяющая её с Солнцем) описывает равные площади за равные времена.

Теперь этот закон называется вторым законом Кеплера. А тот, который мы называем первым, ещё ожидал своей очереди.

Мистицизм и реализм Кеплера

Покончив с движением Земли, Кеплер вернулся к Марсу. Вычислив по таблицам Тихо Браге сорок положений планеты, Кеплер получил кривую овальной формы и безуспешно пытался выразить её математической формулой. Он писал, что трудность этой задачи сводит его с ума.

Эксцентрическая круговая орбита Птолемея на некоторых участках расходилась с построенной Кеплером орбитой на восемь угловых минут, причём наиболее близкий по форме круг был шире истинной орбиты. Хорошо изученный ещё греческими математиками эллипс тоже не подходил. Наиболее близкий эллипс был немного уже, чем орбита, и ошибка тоже достигала восьми угловых минут, имея при этом противоположный знак, чем ошибка для круга.

Открытие — это всегда озарение. Кеплер вдруг понял, что истинная орбита является эксцентрическим эллипсом. Солнце расположено не в его центре, а в одном из фокусов!

Этот закон оказался справедливым не только для Марса, но и для Земли, а впоследствии Кеплер установил его силу и для других планет.

Он был так восхищён результатом, что украсил свой чертёж изображением победоносной Астрономии на триумфальной колеснице. Теперь этот закон называют первым законом Кеплера.

Испытав дважды радость открытия, Кеплер не успокоился. Он давно предполагал, что между радиусами планетных орбит и временами их обращения вокруг Солнца должна существовать математическая связь. Кеплер сделал множество попыток обнаружить эту связь, руководствуясь интуицией и даже чисто мистическими соображениями. На это ушли годы.

Наконец Кеплеру еще раз повезло. Именно повезло. Ведь он шёл путём перебора возможностей, а этот путь не обязательно приводит к цели. Но и стрелок с завязанными глазами может попасть в мишень. Было бы терпение и настойчивость. Здесь же играла роль и интуиция. Кеплер верил в то, что законы природы должны быть простыми, как гармонические тона. Так был обнаружен третий закон: отношение квадрата времени обращения планеты к кубу её среднего расстояния от Солнца постоянно для всех планет.

Вот что написал Кеплер по этому поводу:

«То, что я предсказывал двадцать два года назад, то, во что я твёрдо верил задолго до того, как видел «гармонии» Птолемея, то, что обещал моим друзьям в заглавии этой книги, в заглавии, которое я дал ей прежде, чем уверился в моём открытии, то, что я уже пытался искать шестнадцать лет назад и ради чего присоединился к Тихо Браге и переехал в Прагу, то, во имя чего я посвятил лучшие годы моей жизни астрономическим наблюдениям, — мне, наконец, удалось понять и объяснить, и мой успех превзошёл даже самые оптимистические ожидания. Не прошло ещё и восемнадцати месяцев с тех пор, как я заметил, наконец, первый проблеск света. Минуло всего три месяца с тех пор, как забрезжил рассвет, и несколько дней, как засверкало ничем не затуманенное восхитительное Солнце.

... Жребий брошен, написана книга, которая будет прочтена либо теперь, либо потомками. Это меня не беспокоит, она может ждать своего читателя хоть целое столетие — ведь бог ждал шесть тысяч лет, чтобы увидел его творение».

Третий закон был открыт Кеплером через десять лет после второго и завершил его главный труд, «Новая астрономия», положивший начало небесной механике.

Характерным и удивительным в работе Кеплера является черта, свойственная почти любой пионерской работе. Интуиция, сила мысли, острая способность чувствовать

подоплёку явлений подвели Кеплера очень близко к причине вращения планет. Само вращение Кеплер мастерски описал. Но причину этой закономерности всё-таки не понял. «Все небесные тела, вращающиеся около своей оси, обладают душой, которая и есть причина этого движения», — пишет Кеплер.

И он, и Коперник, раскрывшие тайну движения небесных светил, оставались в неведении относительно главного: относительно причины, заставляющей планеты вращаться вокруг Солнца. Кеплер не смог ответить на вопрос, почему Земля вращается вокруг Солнца, почему околоземные тела не отстают от движущейся Земли. Хотя интуиция подвела его довольно близко к понятию тяготения. Он пишет: «Мне кажется, что тяжесть есть не что иное, как естественное стремление, сообщённое божественным промыслом, всем мировым телам сливаться в единое и цельное, принимая форму шара. Это стремление к соединению присуще, может быть, и Солнцу, и Луне,

и другим подвижным светилам и составляет вероятную причину их шарообразности».

Но даже если тяжесть в представлении Кеплера не сила, а лишь «стремление», он почти правильно объясняет ею морские приливы. Он считает, что моря излились бы на Луну, если бы их не удерживала Земля. В действительности же Луна не способна «выпить» земные моря, но способна вызвать на море возвышения, обуславливающие приливы.

В следующей книге Кеплер идет ещё дальше: он высказывает мысль о подобии законов, управляющих силой тяжести и света. При удалении тела от центра Земли его тяжесть уменьшается так же, как убывает с расстоянием яркость любого светила. Кеплер даже определяет меру этого убывания — оно пропорционально росту квадрата расстояния.

Однако и в этой книге Кеплер не пытается связать тяжесть с движением планет.

Итак, ни Коперник, ни Кеплер не открыли закон тяготения. Это сделает лишь Ньютон, а суть тяготения так и останется тайной даже для людей нашего времени.

Так же как тайна магнетизма и электромагнитных волн, строения элементарных частиц и многое другое, что, несомненно, откроется будущим учёным. Но Кеплер сделал важный шаг — исправил Коперника: он заменил круговые движения планет на эллиптические и установил основные законы их движения.

При геометрическом взгляде на орбиты планет разница между кругом и эллипсом невелика. В философском аспекте — разница огромна. Она рушила мировоззрение древних о формах движения, свойственных природе; рушила основы теологии, понятий, которые лежали в фундаменте установленного церковью взгляда на мир. Не мудрено, что труд Кеплера попал в индекс запрещённых книг.

Торжество предчувствий

Жизнь Кеплера не богата событиями. Сын обедневшего немецкого дворянина и необразованной женщины, так и не научившейся ни читать, ни писать, он рос забитым, робким существом. Пожалуй, самым ранним проявлением его дарования стало увлечение математикой.

В то время когда сверстники самоутверждались на ниве азартных игр и спортивных состязаний, маленький чудака решал задачки. В переплетении математических символов находил он выход для творческого горения. Его поражала скрытая мощь, притаившаяся в лёгких, изящных силуэтах цифр.

Так начал свой путь мальчик по фамилии Кеплер. Он почувствовал, что гармония, музыка есть повсюду, где есть порядок, пропорциональность. А когда он подросток, то понял и другое: существует музыка в жизни неба. Ведь упорядоченные движения планет, звёзд, Вселенной хоть и не воспринимаются слухом, но проникнуты гармонией, закономерностью. И расшифровка этой закономерности стала для взрослого человека столь же пылкой игрой, как для маленького — разгадка невинных головоломок, которыми он увлекался в детстве.

Впрочем, можно ли считать игрой мучительные раздумья уже взрослого Кеплера над разгадкой тайны соотношения радиусов орбит в системе Коперника — 8:15:20:30:115:195,

которые вычислил Кеплер?

Тяга к чудесному, мистическому отличала Кеплера не только в детстве и юности, но и в зрелости. Недаром его занимала «Магия» Порты. Он благоговел перед мистикой Пифагора, и, несмотря на обострённое чувство реальности, пронизывающее все его научные труды, в нём жила вера в чудесное. Как, например, вера в «душу» планет, заставляющую их тяготеть к Солнцу...

И снова перенесёмся на несколько столетий вперёд к Эйнштейну, к его пониманию чудесного: «Целью всей деятельности интеллекта является превращение некоторого „чуда“ в нечто постигаемое».

Когда родители и учителя убедились в незаурядных математических способностях маленького Кеплера, они отказались от мысли готовить его к духовному званию, как было задумано прежде. И учитель Местлин нашёл возможным начать заниматься с ним математикой частным образом, но бесплатно — брать деньги с бедной семьи он не мог.

Кстати, безденежье — постоянный мотив, сопутствующий Кеплеру. Он даже шутил, что вынужден тратить больше времени на ходатайства о выплате жалованья, чем на астрономические работы. Он был угнетён нищетой и заботами, жизнь его богата несчастьями и бедствиями. Отец пропал без вести на войне. Мать чуть не стала жертвой инквизиции — её обвинили в колдовстве, и Кеплер с трудом спас её от пытки. Старость замечательного учёного была омрачена начавшейся тридцатилетней войной, она стала его «соперницей»: переключила интересы коронованных особ и лишила Кеплера их материальной помощи.

Несмотря на все трудности, научные труды Кеплера выполнены на едином дыхании, в них нет спадов. Он, несомненно, был цельным и мужественным человеком, бескорыстным и стойким.

Пример Кеплера ободрял и поддерживал многих учёных следующих поколений. Им восхищался Эйнштейн, сам образец скромности и бескомпромиссности. Он писал о Кеплере с душевной теплотой: «В наше беспокойное и полное забот время, когда мало радуют людские дела, особенно приятно вспомнить о таком спокойном человеке, каким был великий Кеплер. Он жил в эпоху, когда не было ещё уверенности в существовании некоторой общей закономерности для всех явлений природы. Какой глубокой была у него вера в такую закономерность, если, работая в одиночестве, никем не поддерживаемый и мало понятый, он на протяжении многих десятков лет черпал в ней силы для трудного и кропотливого эмпирического исследования движения планет и математических законов этого движения! Он не опускал рук и не падал духом ни из-за бедности, ни из-за непонимания тех его современников, которые могли влиять на его жизнь и работу».

А времена были тяжёлые. Отстаивать учение Коперника, а тем более развивать его было чрезвычайно опасно. Кеплер не сворачивает с пути. Он старается не только заручиться поддержкой учёных, но и найти покровительство у власть имущих. Он проявляет гибкость и даже известного рода светскую ловкость. Вот какое шуточное посвящение он адресует императору Рудольфу, преподнося ему своё сочинение «Новая астрономия»:

«В этой войне высшая честь принадлежит рвению полковника Тихо, который в течение двадцатилетних ночных бдений изучил все привычки неприятеля, а только стал внимательно наблюдать время его возвращения к одному и тому же месту, направил на него тиховские машины, снабжённые тонкими диоптрами, и, наконец, при круговых объездах на колеснице Матери Земли исследовал всю местность. Борьба стоила ему, однако, немало пота. Часто не доставало машин именно там, где они были всего нужнее, или же с ними не умели обращаться, или их направляли не так, как следовало. Нередко также блеск Солнца или туманы мешали нападающим ясно видеть или же густой воздух отклонял заряды от их настоящего пути. Борьбу затрудняла, сверх того, чрезвычайная изворотливость неприятеля и его бдительность, между тем как его преследователей нередко одолевал сон.

В собственном лагере тоже произошло немало несчастий: смерть полковника Тихо, возмущение и болезни, к тому же — как это обнародовано в сочинении о новой звезде — в

тылу появился неожиданный страшный неприятель в виде громадного дракона с необычайно длинным хвостом, поразившего ужасом все войска. Сам же он не дал смутить себя страхам и неустанно преследовал врага на всех его поворотах, пока тот, видя, что ему закрыты все выходы, не склонился к миру и не признал себя побеждённым; тогда под конвоем арифметики, геометрии, с весьма весёлым настроением духа он вступил в неприятельский лагерь.

Сначала, не привыкший к покою, Марс ещё пытался устрашать, но, потерпев неудачу, он отложил всякую тень неприязни и стал вести себя как верный союзник, в одном только Марс просил его величество: у него на небе ещё насчитывается много родных: отец Юпитер, дедушка Сатурн, сестра и приятельница Венера и брат Меркурий — все они объединены между собой общностью нравов, и Марс горячо желает, чтобы вся его семья находилась в дружественном общении с людьми и пользовалась одинаковым с ним почётом».

Этот уникальный документ интересен не только тем, что в необычной форме передаёт суть работы астронома.

Это свидетельство отчаяния Кеплера. Крик о помощи, хоть и имеет форму весёлого шаржа.

Он искал понимания, поддержки у коллег, надеялся на императора, но тот, откликаясь на шутку, поддерживает «войну» лишь деньгами — этим главным, по его мнению, нервом любой войны. На большее он был не способен.

Наконец, Кеплер ищет сочувствия у своего бывшего учителя математики, теперь тюрингенского профессора Местлина. И Местлин, который раньше учил студентов по Птолемею, становится (о чудо!) соратником Кеплера и ярким защитником Коперника. Он произносит страстную речь в защиту Коперника в Италии, и в числе слушателей находится один из самых замечательных людей всех времён, один из самых светлых умов человечества — Галилей, который и принимает на себя всю тяжесть дальнейшей борьбы за истину, добытую Коперником.

Только короли рождаются королями

Мир знает первого великого философа — Аристотеля, первого великого математика — Архимеда, первого великого инженера — Леонардо да Винчи, первого великого астронома — Коперника. Пришло время, и родился первый великий физик — Галилей.

Впрочем, правильнее сказать, что в один из дней 1564 года родился ребёнок, которого нарекли именем Галилео.

Ни один великий человек не рождается великим. Даже если незаурядность дана от рождения, нужны многие предпосылки, чтобы её реализовать; могут пройти годы и десятилетия, прежде чем гений себя проявит. И современники, а потом и потомки с изумлением узнают, что их незаурядные собратья вовсе не были вундеркиндами, а начинали свой путь самым заурядным образом: служили приказчиками, или лаборантами, или мойщиками окон.

«Из вас, Эйнштейн, никогда ничего путного не выйдет», — говаривал учитель немецкого языка. «Господин Чайковский очень плох, — написано в характеристике, выданной великому композитору после выпускного концерта, — у него нет ни капли таланта».

Люди ещё долго будут гадать, что за пружина разворачивает творческие возможности человека — честолубие ли, любопытство, страсть?

Люди не рождаются великими. Только короли рождаются королями. И возможно, исключительность положения человека, которому земные блага даны просто так, по праву рождения, привела к тому, что короли не много внесли в копилку человеческой мудрости.

Каждый великий человек приложил немало сил, чтобы понять и реализовать свои способности. Эйнштейн сам сотворил Эйнштейна, Ньютон — Ньютона, а Галилей — Галилея.

Галилей родился в семье философа и музыканта. Семья мечтала видеть мальчика врачом. Эта профессия была уважаема, работа врача хорошо оплачивалась. Галилей родился близ Флоренции. А кто из флорентийцев, наблюдая свой город с живописного холма, не любовался загадочной дымкой, даже в хорошую погоду окутывающей город? Те, кто не был во Флоренции, знают эту романтическую пелену по картинам Леонардо да Винчи. Не одного итальянца эта дымка сделала художником. Стать живописцем мечтал и Галилей. Но отец настоял на своём — и отправил сына в университет обучаться медицине. Галилей послушался. Но не надолго. Он влюбился в геометрию... Отец очень рассердился: математики получали такое маленькое жалованье!

Галилей не составил исключения. Он стал всемирно известным учёным, но всю жизнь был беден. Ему приходилось подрабатывать, сдавать комнаты студентам, и всё равно он не мог выбраться из нужды.

Только время щедро одарило Галилея — бессмертием.

Когда въезжаешь в Падую, итальянский город, издавна славящийся своим университетом, поражаешься необычности планировки главной площади. В середине — зелёный сквер, а вокруг, по кругу, расположены статуи знаменитых людей. Среди них — Галилео Галилей, гордость Италии, пятно на её совести.

Галилей жил в Падуе с 1592 года и в течение восемнадцати лет занимал место профессора математики.

Здесь он однажды услышал, что какой-то иностранец сделал подзорную трубу. Об изобретении подзорной трубы написано немало трудов. Приоритет оспаривается многими учёными, мастерами, механиками. Кстати, на авторство претендовали и Порты (в семнадцатой книге «Магии»), и Леонардо да Винчи, и Роджер Бэкон, Диггес, Сарпи и другие.

Впрочем, мечта о возможности видеть дальше жила с давних времён, к этому стремились веками, и каждый, кто смотрел через увеличительную линзу, обязательно задумывался: а нельзя ли ещё и ещё больше приблизить дальний предмет к себе?

Подзорная труба — инструмент, который мог родиться только при особом стечении многих благоприятных обстоятельств. Гюйгенс, король оптики, говорил, что человек, который смог бы изобрести подзорную трубу, основываясь лишь на теории, без вмешательства случая, должен был бы обладать сверхчеловеческим умом.

История выбрала удобный момент, остановив свое внимание на Галилее. Физик, блестящий экспериментатор, искусный в ручном труде да ещё живший близко от центра стекольной промышленности на острове Мурано, Галилей, «не щадя ни труда, ни издержек (как пишет он сам), построил себе прибор до такой степени превосходный, что при его помощи предметы казались почти в тысячу раз больше и более чем в тридцать раз ближе, чем при наблюдении простым глазом».

Только в руках Галилея этот инструмент из игрушки, в которую её превращали другие, рассматривая птиц на ветках и соседок за забором, сделался могучим орудием познания. А в судьбе учения Коперника этот инструмент сыграл решающую роль. Именно зрительная труба дала Галилею аргументы в пользу коперниковой системы, те, которых у него не было в 1597 году, когда он получил от Кеплера отчаянное письмо с мольбой о поддержке. Тогда рука Кеплера осталась протянутой, не встретив дружеского пожатия. Галилей написал, что знает много доводов в пользу коперниковой системы и в опровержение существующих против неё возражений, он согласен с Кеплером, но... не выступил публично с поддержкой. Его не так пугают гонения и насмешки, которые сыплются со всех сторон на автора системы, за которую ратует Кеплер, как обезоруживает отсутствие веских доводов в пользу Коперника...

Что же это за решающие доводы, которые Галилей получил с помощью зрительной трубы? И как это случилось?

«Как мне хочется посмеяться!»

12 марта 1610 года стало особой датой в истории науки и в судьбе Галилея. В этот день на жизнь Галилея легла тень трагического конца. В этот день вышел «Звёздный вестник», где Галилей оповещал мир о своих открытиях в космосе.

Он видел собственными глазами горы и глубокие кратеры на Луне!

Он видел отдельные звёзды и кучки звёзд в Млечном Пути, многие звёзды, не доступные невооружённому глазу!

Он видел планеты, движущиеся вокруг Юпитера точно так же, как движется Луна вокруг Земли! Сначала Галилей насчитал три планеты, а через шесть ночей ему явилась четвертая. Галилей назвал незнакомок лунами Юпитера...

Да, он узнал — не на бумаге, не путём расчётов, — ему показала зрительная труба, что в просторах Вселенной существует звёздный мир, похожий на Солнечную систему как две капли воды...

Галилей не убеждал, он просто показывал всякому желающему Юпитер и его четыре луны. Этот образчик Солнечной системы яснее слов делал понятным каждому то, что говорили смельчаки о системе Коперника.

Да, это были неопровержимые доказательства правоты польского астронома. Получив их, Галилей с восторгом пишет Кеплеру:

«О мой дорогой Кеплер, как мне хочется от души посмеяться вместе с вами! Здесь, в Падуе, есть профессор философии, которого я многократно и настойчиво просил посмотреть на Луну и планеты в мой телескоп, но он упрямо отказывается. Почему вас нет здесь? Как бы мы поохотились с вами над восхитительной глупостью! А послушать только, как профессор философии в Пизе рассыпает перед великим герцогом логические доказательства, стараясь как бы с помощью магических заклинаний изгнать новые планеты с неба!»

Со студенческих лет Галилей вёл словесные бои с «бумажными философами», как называл он псевдоучёных, заменявших истинные знания болтовнёй. Теперь он наслаждается своей победой и смеётся над беспомощными попытками невежд удержать свои позиции.

В 1611 году Галилей делает новое открытие — и Венера вращается вокруг Солнца! Он обнаружил фазы Венеры, подобные изменяющимся фазам Луны.

Разумеется, это была сенсация. Мир ответил на неё взрывом восторга. Университетское начальство — повышением жалованья Галилею до 1 000 гульденов. В их глазах он возвысился до половины Кастелиани (2 000 гульденов), профессора, который и в своих лекциях, и в своем мировоззрении ухитрился в XVII веке оставаться на уровне аристотелевых времён.

Галилей оказался «неблагодарным». Он покинул Падую и переехал во Флоренцию. Тут его обласкали — он получил титул великогерцогского математика и философа, был осыпан подарками и освобождён от преподавания.

Многие иезуиты начали подражать Галилею и изучать периодические движения планет. Кардинал дель Монте писал великому герцогу Тосканскому: «Галилей доказал свои открытия с такой очевидностью, что все просвещённые и понимающие дело люди познали истину и прониклись удивлением».

Кардинал Барберини восхвалял Галилея в латинских стихах. Но друзья не радовались. Они боялись за него. Во Флоренции безраздельно господствовали иезуиты.

А от любви до ненависти — один шаг.

Галилей не разделял их опасений. Он радовался свободному времени и независимости, столь необходимым ему для продолжения астрономических наблюдений. Состояние подъёма не покидает его. Не покидает и удача: он делает новое открытие — наблюдает Сатурн в сопровождении двух малых боковых звёзд. Об этом Галилей с радостью сообщает Кеплеру в зашифрованном письме.

Ему приходится проявлять осмотрительность. Удивление перед его открытиями уступило место зависти и даже враждебности. Влиятельные враги и доносчики настраивают против него иезуитов, и те открыто преследуют Галилея, подстерегают каждый промах,

неосторожное слово. Более того, то один, то другой из завистников приписывает себе открытия Галилея.

Обстановка вокруг Галилея накаляется. Появились новые друзья, но врагов появилось больше. Его открытия обсуждались, искажались, использовались в самых разных целях. Галилей не оставался в стороне от споров. Он не скрывал своих взглядов. Не отмалчивался. Он попадал во всё новые и новые водовороты. Ему бы осторожность Коперника или хотя бы осмотрительность Кеплера. Но он другого склада.

Галилей допускает очередной промах. Он публикует трактат, опровергающий Аристотеля. Враги отвечают возражениями против галилеева трактата.

Не печатать! Не высказываться публично! Вот заповеди, которые внушали Галилею друзья. Возможно, эти советы нельзя назвать нравственными, но в обстановке травли, разгула инквизиции к ним, наверно, нужно было прислушаться. То же советовал Галилею и друг его отца: не печатать ничего такого, где бы система Коперника не была выставлена простой гипотезой, и избегать упоминаний о библии...

Галилей не принял совета. Выступал, спорил, боролся. И давал врагам разить себя. Он ничего не скрывал, не закрывал слабые места щитом, не прятался в укрытия. Он шёл навстречу гибели с поднятым забралом.

В 1615 году сочинения Коперника были запрещены. Галилей был извещён об этом. Его обязали хранить молчание относительно движения Земли.

Галилей вынужденно «тихо» живёт во Флоренции до 1623 года. Но он с трудом сдерживает свой полемический азарт. И снова ввязывается в спор, теперь по поводу трёх комет, замеченных в 1618 году, о которых иезуит Грасси написал трактат. Один из учеников Галилея опровергает взгляды Грасси в своём труде. Но... все узнают почерк учителя. Грасси в гневе обрушивается на Галилея. Галилей не слушает удерживающих его друзей и вступает в полемику. Самое любопытное в этой истории то, что его теория комет не лучше теории Грасси! Но изложена она с такой издёвкой, талантом, словом, столь блестяще, что вызывает общий интерес, сочувствие и... лавину зависти со стороны друзей Грасси. Они решают погубить победоносного противника.

Этому способствует и ряд перемещений в церковной иерархии, сначала благоприятных для Галилея, потом роковых. Это совпадает с моментом публикации нового труда Галилея — он получил разрешение на публикацию, но ввиду разных перипетий политического характера это разрешение обернулось для Галилея худшей из возможных неприятностей.

Четыре дня перед смертью

1632 год... Во Флоренции выходит гениальный труд Галилея «Диалог о двух главнейших системах мира — птолемеевой и коперниковой». Это сочинение должно было подвести черту под спорами, сомнениями и кривотолками вокруг системы Коперника. Как показало время, оно выполнило своё назначение. Но оно же послужило инквизиции сигналом к уничтожению Галилея.

Кто из просвещённых людей всех последующих времён не читал этот артистически написанный труд! Он даёт жаждающему знания не только фактические сведения, но заражает читателя совершенной логикой мысли, пластичностью научных обобщений, поражает мудростью и благородством стиля.

Книга написана в форме диалога между флорентийцем Филиппе Сальвиати, другом Галилея, излагающим, по существу, мнение автора, и вымышленным персонажем Симпличио, защищающим философию перипатетиков.

В беседе участвует ещё один персонаж, тоже друг Галилея, венецианец Джован Франческо Сагредо — просвещённый человек со здравым смыслом, который, слушая диалог учёных, должен выбрать между обеими философиями.

По замыслу Галилея, Сагредо олицетворяет читателя, который не остаётся за пределами книги, а может перебивать спорящих вопросами и замечаниями. Может

повернуть ход обсуждения в область, доступную простому человеку. Беседа длится четыре дня.

В «Дне первом» Галилей говорит о горах, замеченных им на Луне, и делает вывод о сходстве между строением Луны, Земли и других планет. «День первый» посвящён опровержению учения перипатетиков. Аристотелианец Симпличио пытается удержать канонические позиции перипатетиков, учивших, что всё во Вселенной неизменно, нетленно, задано раз и навсегда. Галилей, основываясь на своих астрономических наблюдениях новых звёзд, утверждает, что мир изменчив, одни звёзды умирают, другие рождаются.

Решающие аргументы в пользу изменчивости мира дала ему вспышка новой звезды в созвездии Змееносца, которую Галилей наблюдал ещё в 1604 году. Он понял, что новая звезда — не обычное светило, ускользавшее ранее от глаз астрономов, не световая галлюцинация, не мираж в атмосфере, как утверждали многие учёные. Это вновь рождённое небесное тело, вспыхнувшее далеко в глубинах Вселенной. И это неоспоримо доказывает её изменчивость.

Этот пункт утверждений Галилея особенно возмутил и его врагов, и обывателей. Галилей подложил динамит под прежнюю систему мироздания с её торжественным «круговоротом» звёзд и планет, «запущенным» раз и навсегда богом. Чем же он заменил эту мирную небесную процессию? Космосом, находящимся в непрерывном изменении. И всё это сопровождается умиранием старых и созданием новых небесных тел. Это было уже очень серьёзно, и церковь потеряла терпение. Современный нам прогрессивный американский философ Данэм очень точно характеризует реакцию инквизиции на учение Коперника и Галилея: она ошибается во многом, почти всегда ошибается в области моральных принципов, но инквизиция почти никогда не ошибается в определении умонастроений. Она безошибочно предугадывает последствия новых идей.

«День второй» посвящён дискуссии о вращении Земли. Оппонент Галилея пытается убедить его примерами, подтверждающими неподвижность Земли. Летящие птицы не отстают от находящейся под ними Земли, резонно утверждает Симпличио; тяжёлые тела падают к Земле по вертикали, а не наклонно. Несомненно, что Земля неподвижна! Да ведь всем людям и так видно, что не Земля, а Солнце и звёзды плывут по небосводу.

Что ж, возражения не новые. Даже Тихо Браге так думал; именно эти аргументы бросали в лицо Джордано Бруно его противники во время горячих словесных битв.

Но Галилей приводит эти возражения не просто для того, чтобы осветить историю вопроса. У него готов ответ на эту критику. Обоснованный, точно выверенный ответ, после которого сомнения могли остаться только у невежественных, далёких от науки и здравого смысла людей.

Галилей отвечает своим великим достижением — принципом относительности. Суть его основана на относительности движения. Так, человеку, находящемуся на отчаливающем от берега корабле, кажется, что не корабль отходит от берега, а берег отодвигается от корабля. То же относится и к впечатлению от движения звёзд по небосводу. Вращается и движется Земля, а людям на Земле кажется, что вокруг них вращаются небесные тела.

Откроем труд Галилея и посмотрим, что он сам пишет по этому поводу. Кто лучше самого автора изложит свою мысль!

«Уединитесь с кем-либо из друзей в просторное помещение под палубой какого-либо корабля, запаситесь мухами, бабочками и другими подобными мелкими летающими насекомыми; пусть будет у вас там также большой сосуд с водой и плавающими в нём маленькими рыбками; подвесьте, далее, наверху ведёрко, из которого вода будет капать капля за каплей в другой сосуд с узким горлышком, поставленный внизу. Пока корабль стоит неподвижно, наблюдайте прилежно, как мелкие летающие животные с одной и той же скоростью движутся во все стороны помещения; рыбы, как вы увидите, будут плавать безразлично во всех направлениях; все падающие капли попадут в подставленный сосуд, и вам, бросая другу какой-нибудь предмет, не придется бросать его с большей силой в одну сторону, чем в другую, если расстояния будут одни и те же; и если вы будете прыгать сразу

двумя ногами, то сделаете прыжок на одинаковое расстояние в любом направлении. Прилежно наблюдайте всё это, хотя у нас не возникает никакого сомнения в том, что, пока корабль стоит неподвижно, всё должно происходить именно так. Заставьте теперь корабль двигаться с любой скоростью, и тогда (если только движение будет равномерным и без качки в ту и другую сторону) во всех названных явлениях вы не обнаружите ни малейшего изменения и ни по одному из них не сможете установить, движется ли корабль или стоит неподвижно... И причина согласованности всех этих явлений в том, что движение корабля обще всем находящимся в нём предметам, так же как и воздуху; поэтому-то я и сказал, что вы должны находиться под палубой...»

Вывод: Земля — это большой корабль. И человеку, плывущему на этом корабле, невозможно, основываясь лишь на впечатлениях, судить о том, движется корабль или вся остальная Вселенная. Здесь проявляется относительность наших знаний. Чтобы установить истину, надо думать, ставить эксперименты, ведущие к объективным фактам, свободным от субъективных ощущений.

Гений на коленях

Мы прочли этот отрывок из книги Галилея не только для того, чтобы убедиться, что учёные мыслят не формулами, а обычными для всех людей образами. По силе восприятия их воображение близко поэтическому. Однако, почувствовав и поняв гармонию окружающего, они стараются выразить её закономерность не стихами, а языком науки.

«В каждом настоящем учёном скрывается поэт, а в каждом настоящем поэте — учёный, — пишет современный нам немецкий писатель Эрвин Штрийтматтер, — и настоящие учёные знают, что их гипотезы суть поэтические представления, а настоящие поэты — что их предчувствия суть недосказанные гипотезы...»

Над высказыванием Галилея не один день и не один месяц просиживали и Ньютон, и Эйнштейн. И столь красочно нарисованная Галилеем картина, понятная и человеку интеллектуального труда, и простому матросу с «корабля Галилея», вылилась в конце концов в чёткую формулировку, в обобщение, понятное и нужное уже только учёным, подхватившим и развившим мысль Галилея.

На языке науки принцип Галилея формулируется так: механические явления происходят одинаково в любых системах, движущихся равномерно и прямолинейно одна относительно другой.

Такая формулировка дала основание для широких обобщений. И вот уже четыре века принцип относительности Галилея служит науке. Он даёт возможность физикам, имеющим в своём распоряжении одну систему (лабораторию или Землю в целом), сделать вывод о поведении тел в другой системе (планетах, звёздах, во Вселенной, на спутниках и ракетах).

Для перехода от одной системы к другой Галилей предложил математические формулы, называемые «преобразованиями Галилея».

Это было начало объективного познания мира. Была найдена точка опоры, «печка», от которой можно было «танцевать» в область расширения человеческих знаний. Найдена, как говорят учёные, система отсчёта, к которой они отныне привязывали свои мысленные эксперименты с мирами, живущими отдельно от Земли.

Ньютон воспользуется этой точкой опоры и расширит рамки применения принципа относительности Галилея. Эйнштейн расширит ньютонов мир, и в обиход физики войдут новые формулы преобразования, позволяющие перейти от ньютоновской физики к эйнштейновской (к теории относительности). И человек получит возможность, опираясь только на свои земные знания, рассчитывать и изучать космические маршруты и твёрдо знать, что ожидает его в далёком космосе.

А дальше... Несомненно, скоро появится физик, который раздвинет рамки применения теории относительности Эйнштейна, и наши потомки узнают о макро— и микромире то, что не знали ни наши предки, ни мы...

Но это уже будущее. Наука будет развиваться и совершенствоваться. Будет открыто то, о чём мы ещё и не подозреваем. Но учёные всех будущих времён будут помнить, что начало пути было проложено Галилеем.

Великий «Диалог» не был свободен от ошибок. Галилей допустил и много неточностей. Приливы и отливы он объяснял «дыханием Земли». Орбиты планет считал не эллипсами, а окружностями — наука о небе, которую он создавал, была ещё новорождённой, и многие вопросы были неясны.

Однако эта книга бесценна, так как пробуждала сознание людей.

«Диалог о двух главнейших системах мира» был написан не только для учёных — для всех людей, для их знакомства с новым мировоззрением, которое Галилей по скромности отсчитывал от Коперника. Хотя, если бы не сам Галилей, вряд ли люди смогли так скоро понять всё то, что сдвинулось в их сознании после прозрения Коперника. Ход истории подтвердил: перелом был достигнут Галилеем. Достигнут ценою собственной жизни.

Новый труд вознёс Галилея к вершине науки. Но он и погубил его. Враги убедили папу римского, что Галилей высмеял его, изобразив под именем Симпличио. В Риме была назначена комиссия для расследования дела. Состав комиссии — перипатетики. Первым делом эта банда сфабриковала документ, в котором обвиняла Галилея в нарушении постановления 1615 года, запрещающего учение Коперника, и Галилея вызвали в Рим, в суд.

Галилей тяжело болен. Но он вынужден повиноваться. И отправиться в путь. В Риме его заключают в тюрьму.

Никто не знает, что происходило с Галилеем в тюрьме. Пытали ли старого учёного? Грозил ли пыткой? Обо всём, что случилось с ним в суде инквизиции и тюрьме, он обязан хранить молчание.

Но в истории всё же сохранился один документ.

Он гласит: «16 июня 1633 года папой и конгрегацией было принято решение подвергнуть Галилея под угрозой пытки так называемому Examen de intentione, и если он будет упорствовать в своём единомыслии с Коперником, то отправить его для дальнейшего дознания в отделение пыток».

Не это ли объясняет появление на свет дикого, противоестественного документа, известного как текст отречения Галилея?

«Отрицаю, презираю и проклинаю от чистого сердца и с нелицемерным убеждением все названные заблуждения и ереси, а равно и все другие противные Святой церкви заблуждения и еретические секты. Клянусь впредь ни устно, ни письменно не утверждать ничего, могущего бросить на меня подозрение в чём-либо подобном; в случае же встречи с еретиком или подозреваемым в ереси обязуюсь указать на него Святому судилищу или инквизитору и епископу того места, где буду находиться. Сверх того, обещаю и клянусь выполнять в точности все епитимьи, которые наложены на меня Святым судилищем или будут им впредь назначены. Если бы случилось, что я когда-либо преступил (от чего да избавит меня господь) данные мною теперь обещания, обязательства и клятвы, то готов подвергнуться всем епитимьям и карам, которые назначены для подобных преступников определениями Святых канонических и других общих и частных конгрегаций; да поможет мне в этом господь бог и Святое евангелие, на которое возлагаю руки».

Молчу, но...

По-разному отнеслись потомки к поступку Галилея. Одни обвиняли его в неблагодарности к церкви, которая его кормила. Другие не могли простить ему отречения от идей, обвиняя в раболепстве. Сожалели, что он не стал, как Джордано Бруно, мучеником науки.

У Галилея действительно было две возможности: взойти на костёр или отречься. Он выбрал последнее. Кто знает, может быть, ему, самолюбивому, строптивому, которого в юности называли «крикуном и спорщиком», отречься, принять позор было горше, чем

сгореть в огне инквизиции. Но он знал, что не всё сделал в жизни, не всё сказал. Он должен был выполнить свою миссию на Земле.

Возможно, это имел он в виду, говоря: «Мне... любопытно... испить чашу до дна».

Он выпил чашу позора. Но сохранил жизнь для работы.

Сейчас уже мало кто верит, что рука Галилея, его разум могли произвести на свет этот образец гнусности и тупоумия. Но это произнесли уста 69-летнего старика, стоящего на коленях на холодном каменном полу в гулком инквизиторском зале. Здесь даже резонанс был послушен инквизиции; голос иезуитов, карающих истину, звучал в нём громче, чем тихие слова старца, прошептавшего, как повествует предание: «А все-таки она вертится...»

Мы говорим о предании потому, что ни сам Галилей, ни его судьи не оставили никаких свидетельств по этому поводу.

Однако эта фраза полностью соответствует душевной мощи Галилея. Несмотря на тяжкие потрясения, физические и моральные, вопреки возрасту и слабеющему здоровью, он не прекращает своего дела. Просто, понимая неравенство сил, он не выступает публично, не печатает новых трудов. Он работает и заботится о сохранении своих рукописей.

В связи с тем что инквизиторы запретили Галилею занятия астрономией, он вновь обратился к физике.

В это время он создает своё главнейшее сочинение, также написанное в форме бесед между Сальвиати, Сагрето и Симпличио: «Беседы и математические доказательства, касающиеся двух новых отраслей науки, относящихся к механике и местному движению». Галилей привязался к этой работе нежно, как отец к последнему ребёнку. Он словно чувствовал, что выше уже вряд ли поднимется, жизнь кончается, а вершина знания всё так же далека, как и в юности.

«Беседы» Галилей называл своим шедевром — здесь были изложены все его открытия в области механики и молекулярной физики. Книга не оставляет камня на камне от учения перипатетиков, и Симпличио, приверженец Аристотеля, под давлением математических доказательств протестует всё реже и реже и, наконец, отказывается от дискуссии, сознавшись в неспособности разобраться в обсуждаемых проблемах.

Эта книга опубликована в 1638 году в Голландии, ибо печатание трудов Галилея в Италии запрещено. Передавая рукопись французскому послу, Галилей из предосторожности пишет в посвящении: «... Я, как Вам известно, смущённый и напуганный несчастной судьбой других моих сочинений, принял решение не выпускать более публично своих трудов и, чтобы не оставлять их вовсе под спудом, сохранять лишь рукописные копии таковых». И далее:

«... передам Вам копию настоящих двух, к тому времени уже готовых трактатов, которые Вы согласились сберечь в сохранности, а также ознакомить с ними людей, сведущих в таких науках, показав тем, что я хотя и молчу, но провожу жизнь не совсем праздно».

Говоря о втором трактате, Галилей имел в виду труд «О местном движении», входивший как самостоятельная часть в «Беседы». Здесь Галилей даёт ответы на вопросы, которые поставил ещё Архимед, пытаясь создать науку о движении тел — динамику. Сознывая ценность своих открытий, Галилей начинает трактат гордыми словами:

«О предмете древнейшем создаём мы науку новейшую...»

Так, в трудах шли последние годы. С 1639 года Галилей уже не мог писать, а лишь диктовал. В следующем году он совершенно ослеп.

Он умер от изнурительной лихорадки. Календарь показывал 8 января 1642 года. Возле смертного ложа великого человека стояли его сын, два ученика и посланец инквизиции... На его могиле не произносили надгробных речей. Его тело не позволили похоронить в семейном склепе. Не разрешалось поставить на могиле памятник, сделать надпись...

По пути наименьшего сопротивления

А за четыре года до смерти Галилея,

Матросы, пируя вечером в одном из кабачков веселого, беззаботного Марселя, даже не

вспоминают о бойком парне с его камнями, а он сам на суше держится скромненько, не афиширует в образованных кругах свою приверженность системе Коперника.

Впрочем, Гассенди был излишне осторожен. В то время когда итальянская инквизиция огнём и мечом наказывала своих учёных за вольномыслие, душила свою науку и, надо сказать, успешно задушила её на долгое время, французские учёные с восторгом относились к открытиям Галилея. Несмотря на ропот церкви, они защищали его работы,

а после осуждения учёного издали его сочинения.

И возрождение атомистики, и вера в идеи Коперника и Галилея не принесли Гассенди несчастий. В своём сочинении, вышедшем в 1647 году, он излагает систему Птолемея, Коперника и Тихо. Птолемею систему он отвергает, коперникову объявляет единственно разумной. Гассенди всё-таки бросает кость церкви: он двусмысленно заявляет, что тиховскую систему он тоже одобряет, так как библия явственно приписывает движение Солнцу...

Что делать, несмотря на более чистую от дыма костров атмосферу Франции, отблески итальянских аутодафе нет-нет да и появлялись в сновидениях учёных всех других стран; мысли о замученном, поставленном на колени старике ещё долго заставляют их вздрагивать.

Как и рассчитывал Гассенди, французская церковь получила удовольствие от его покорности. Она не затеяла против него процесс, не бросила в застенки. Некоторые учёные даже стали поговаривать, что Галилей сам виноват в своих страданиях — нечего ему было дразнить монахов...

Действительно, почему духовенство отнеслось так спокойно к восстановлению атомистического учения, а главное, к возобновлению дискуссии о коперниковой системе?

Пути господни неисповедимы — одно из любимых изречений церковников. Может быть, они рассудили, что не надо бояться осторожного, никого лично не задевающего Гассенди (кстати, служителя церкви). Ведь он не по злобе, а так, бессознательно, по простоте своей проповедует опаснейшее учение. Ему можно и простить заблуждения. Человек слаб духом...

Один из свободомыслящих теологов, раздумывая об этой странной терпимости отцов церкви, воскликнул однажды: «Если бы то же говорил Рамус, Литаудус, Виллониус и Клавиус, чего бы только не сделали с этими людьми!» Он почему-то не упомянул Галилея...

А объяснение может быть лишь однозначным: для церкви не прошли даром расправа с Бруно, истязания Галилея, преследования Кеплера — её силы в борьбе с истиной угасали, у неё не было и не могло быть подкрепления в этой неравной борьбе.

Учёные-борцы умерли, но они победили.

Одним из последних противников Коперника был Риччиоли, родившийся в 1598 году в Ферраре и вступивший на шестнадцатом году жизни в орден иезуитов. Он преподавал теологию и философию в Парме, занимался астрономией и жил в Болонье в доме своего ордена до самой смерти в 1671 году. Он много времени посвятил сбрасыванию меловых шаров с вершины башни в Болонье и написанию в подражание Птолемею своего собственного «Альмагеста». Он был противником коперниковой системы и начал свой «Альмагест» «взрывчаткой» из семидесяти семи возражений Копернику. Но «порох» был сырым, не способным к воспламенению. Он не мог повредить ни Копернику, ни новой астрономии, ни новому миропониманию, прочно вошедшему в сознание людей вместе со второй половиной здравомыслящего XVII века.

... С тех пор уже никому из учёных не приходилось на коленях отрекаться от своих идей, как пришлось Галилею.

Больше никто и не всходил на костёр за свои идеи, как Бруно.

Тайна молчания

Теперь, когда мы познакомились с последним из тех учёных, кто пытался оспорить систему Коперника, и с последним, кто укрепил его в седле времени, и с теми, кто поделил

между собой все горести и трагедии, которые по праву причитались одному Копернику, — вернёмся к нему самому и попытаемся разгадать тайну его молчания.

Неужели он умел читать в книге времени и знал, предвидел последствия своего открытия? Неужели сознательно уходил от ответственности? Боялся, что ему помешают закончить труд и он не выполнит свою миссию?..

Страшился утратить благополучие или боялся физической расправы?

Почему он устранился от борьбы? Чем объясняется таинственность, за которой Коперник прятал плоды своих размышлений?

Человеку всегда трудно идти против течения. Для этого нужен особый темперамент, воля, мужество.

Предвидел ли Коперник, какую бурю вызовет вывод о том, что Земля — не центр мироздания, а простая планета, одна из многих? Понимал ли, что не только опровергает старую научную систему мироздания, что само по себе всегда подвиг, но утверждает новую?

Да, понимал. Один из историков приводит слова Коперника о том, что подтверждение гелиоцентрической системы «... не будет таким простым делом, как могло показаться на первый взгляд. Её влияние не ограничится физикой. Она приведёт к переоценке ценностей и взаимоотношений различных категорий: она изменит взгляд на цели творения. Тем самым она произведёт переворот также и в метафизике, и вообще во всех областях, соприкасающихся с умозрительной стороной знания. Отсюда следует, что люди, если сумеют или захотят рассуждать здраво, окажутся совсем в другом положении, чем они были до сих пор или воображали, что были».

Да, Коперник понимал, что его система будет принята как катастрофа, как конец мира. Конец старого мира.

Попробуем представить себе, о чём думал он длинными ночами, шагая по крепостной стене, терзаясь, сомневаясь, советуясь только со своей совестью.

Посеяв ветер, пожнёшь бурю. В одиночку с этим не справиться. Но кто поддержит его? Против него предшественники — Аристотель, почитаемый Коперником как бог и учитель. Великие астрономы — Птолемей, Гиппарх. Нельзя рассчитывать и на современников. Коперник не ждал ни одобрения, ни понимания. Он не ожидал и сочувствия...

В стране царствовало невежество, церковь держала народ в темноте, сжигала лаборатории учёных и их самих.

В один из горьких часов раздумий о судьбе своего детища Коперник записывает в дневнике:

«Хотя я знаю, что мысли философа не зависят от мнения толпы, что его цель искать прежде всего истину, насколько бог открыл её человеческому разуму, но тем не менее при мысли, что моя теория может многим показаться нелепой, я долго колебался, не лучше ли отложить обнародование моего труда и, подобно Пифагору, ограничиться одной устной передачей его сущности своим друзьям».

Из этой записи видно, что Коперник понимал значение своей теории (хотя некоторые историки утверждают, что он не мог побороть в себе робости и послушаться Птолемея). Нет, он не сомневался в истинности своих выводов. Он верил в них и даже ставил себя на одну ногу с Пифагором. Он не терзался самоуничтожением. И не боязнь показаться нелепым вместе со своей теорией останавливала его.

Его останавливал, несомненно, страх. Но перед чем? Перед церковью, перед слепым судом завистливых невежд, перед силой облечённых властью середняков, которые всеми корнями держались в старой почве?

Может быть, он помнил слова дяди-епископа, умного царедворца, хорошо понимавшего дух своего времени, силу интриг, власть церкви и глубину мрака, в котором сознательно держали народ властители, боясь пробудить в нём знание. Епископ Вармейский, коротая как-то с племянником ночь на крыше башни и наблюдая, как работает Коперник, сказал ему: «Может быть, ты и прав, может быть, ты вырвал у бога небо и истину. Но тебя никто не поймёт, не одобрит. Сидящему на троне не важно — вертится или не вертится

Земля. Брошенному на дно колодца мудрецу тоже это уже не важно. А простой человек привык верить, что он живёт на устойчивой Земле, под крылом у бога, и над ним сияют врата рая, готового его принять после кончины. Чем ты можешь заменить эту веру? Что дать народу взамен нищей, тёмной жизни? Какую мечту? Какую веру? Оставь свои бредни и думай о том, что тебе придётся занять мой трон, готовь себя к этому».

Коперник избрал дорогу, предложенную ему дядей, и не пошёл по той, по которой пойдут вместо него Джордано Бруно и Галилей. Пойдут ради его дела, ради истины.

... Четыре великих имени: Коперник, Кеплер, Бруно, Галилей. Четыре характера... Какое разное отношение к одной идее...

Один уклонился от борьбы, другой взошёл на костёр, третий пытался примирить её с господствующими взглядами, четвёртый отрёкся от неё, надеясь такой ценой купить возможность работать дальше.

Каждый по-своему ошибался... Каждый самоотверженно способствовал прогрессу...

Можем ли мы представить себе, как сложилась бы судьба Коперника, если бы он не уклонился от борьбы за свои взгляды?

Можем. Но мы будем ближе к истине, если обопрёмся на пример реальной судьбы.

1647 год... Голландия... На глазах у пятнадцатилетнего Спинозы была произведена унижительная церемония публичного бичевания. 39 ударов бичом получил Уриэль Дакоста, философ-атеист, отрицавший бессмертие души.

Вернувшись домой после этой процедуры, Дакоста несколько дней и ночей пишет трактат, развивающий и утверждающий его мысли. Закончив труд, он застрелился.

Это не только не устрасило Спинозу, будущего философа. Но, наследник богатого торгового дома, умный, уравновешенный юноша клянется посвятить жизнь борьбе за истину.

Спиноза поселился в мансарде старого дома в Гааге (этот дом ещё сохранился, и возле него идёт оживлённая торговля в кабачке под вывеской «Бар Спинозы») и полностью отдал себя поставленной цели — поиску смысла жизни. Здесь,

в мансарде, он написал свою книгу — «Этику». Чтобы заработать на жизнь, Спиноза полирует линзы для телескопов. Говорят, он отказывался от всех приглашений читать лекции, не принял даже почётного предложения занять кафедру в Гейдельберге — только бы не утратить свободу мысли.

Надышавшись стеклянной пылью, философ получил к сорока пяти годам туберкулёз, который и свёл его в могилу.

Спиноза, как и Галилей, тоже был отлучён от церкви. Текст этого отлучения гласит: «Мы предписываем, чтобы никто не имел с ним устного общения и не проявлял к нему никакого расположения, не пребывал с ним под одной кровлей и не приближался к нему на расстояние ближе четырёх локтей, а также не читал ничего, сочинённого или написанного им...»

А ведь «ересь» состояла лишь в том, что Спиноза видел смысл жизни в знании!

Последние слова его «Этики» гласят: «Все прекрасное так же трудно, как и редко...» ... Какова же реакция истории на эти две жизненные позиции — на демонстрацию Спинозы и смирение Коперника?

Коперник не боролся за своё учение, и тем не менее его жизнь произвела в веках куда более оглушительную и плодотворную реакцию, чем подвижническая жизнь Спинозы. Стремление Коперника уйти от ответственности можно отнести к великим ошибкам. Именно она, со всеми последовавшими затем трагедиями, привела к ожесточённой схватке между инквизицией и свободной научной мыслью, и в этой схватке инквизиция израсходовала весь свой смертельный яд.

Эта борьба мировоззрений имела оглушительный резонанс, привлекла к теории Коперника такое острое внимание, породила столько дискуссий и споров, что для прогресса науки она, возможно, имела куда более решительное значение, чем если бы взгляды Коперника внедрялись потихоньку и постепенно, без жертв.

Смертоносное жало вырвано

Вдумываясь в корни поведения Коперника, нельзя не поразиться противоречивости человеческой натуры. Как один и тот же человек мог совершить мужественный акт ниспровержения столетиями утверждавшихся научных канонов и оробеть перед необходимостью защитить свои взгляды? Трудно примириться с мыслью, что Коперник намеренно медлил. Ведь сама революционность теории говорит о мужестве её творца. Да и биография Коперника, его жизнь свидетельствует о том, что он был человеком не робкого десятка.

Нет, он не был хилым отшельником, отгородившимся от мира в своей башне. За то время, что Коперник исполнял должность врача, секретаря, а потом и администратора «общих владений капитула», Тевтонский орден предпринимал новые попытки овладеть Вармией. Немецкие войска вторгались в Польшу, жгли и разрушали города и крепости.

Они дошли до города Ольштын и сожгли его. Каноники в панике разбежались, а Коперник в течение всей войны участвовал в сражениях, укрепляя крепость Фромборк, и привёл её в такое обороноспособное состояние, что тевтоны, поняв бесполезность осады, оставили попытки ею овладеть.

После победы Коперник не сразу вернулся к мирным занятиям. Он объездил разрушенные районы, составил проекты восстановления разгромленных городов и крепостей и отстаивал перед сеймом необходимость их возрождения. Три раза он выступал с убедительными докладами и наконец вырвал у правительства средства и людей для необходимых работ.

Нет, он не был робким человеком, умел воевать, умел добиваться своего. Умел заставить уважать своё мнение.

И все-таки приходится сделать вывод, что в отношении главного дела своей жизни он проявил робость. Уникальное исследование обращения небесных тел было начато за сорок лет до его обнародования. А голос Коперника в защиту его учения был услышан ещё через три века, только в 1854 году!

Тогда было опубликовано его собственное предисловие к книге. Он писал:

«Если найдутся вздорные болтуны, которые, не имея понятия о математике и руководствуясь умышленно и хитро искажёнными текстами писания, станут порицать меня и нападать на мой труд, то я намерен не обращать на них внимания и совершенно пренебречь их ни на чём не основанными доводами».

Но эти слова Коперник сказал не современникам, а потомкам, через триста лет после своей смерти. То обстоятельство, что Коперник не мог прочесть свою книгу, привело к неожиданным последствиям. Она вышла с анонимным предисловием, которое, как потом установил Кеплер, было написано известным лютеранским богословом Осиандером, ухитрившимся несколькими словами обесценить всё её значение. Он назвал новую систему мироздания просто гипотезой, а от гипотезы никто не вправе требовать истины или даже правдоподобия.

Издатель книги ухватился за это предисловие, как за спасательный круг. Он понимал, что церковь не обрадуется новой системе мира, несмотря на обоснование её в рамках теологии.

В течение всего времени, прошедшего со дня смерти Коперника до наших дней, историки возвращались к обсуждению вопроса: почему даже образованные люди отнеслись к теории Коперника с полным равнодушием? Она не вызвала ни сочувствия, ни критики. Анализируя ход событий с позиций сегодняшнего дня, можно сделать предположение, что предисловие Осиандера оттянуло вспышку интереса, критики, гонений и преследований.

Предисловие Осиандера поначалу успокоило церковь. К чему волноваться, если это просто гипотеза, не претендующая на достоверность?

А Коперник был уже мёртв. Он не протестовал.

Правда, в 1615 году декретом инквизиции книга Коперника была всё-таки запрещена. И этот запрет действовал вплоть до 1822 года. Но это уже была одна из последних битв, которую инквизиция дала науке.

Коперник нанёс схоластике и догматизму смертельный удар. Его бунт вписался в общую атмосферу очистительной бури, которая пронизала эпоху Возрождения. Коперник фактически утверждал идею единства мира. Идею, которая выводила естествознание на совершенно новую дорогу. Просторную, широкую дорогу в мир, где небо и земля оказывались в одном ряду философских понятий.

Трудно было скрыть революционную обнажённость этого утверждения, но для оправдания переноса Солнца в центр мироздания Коперник придумывает как бы высшую причину, излагая её в духе теологической философии:

«В середине всех этих орбит находится Солнце; ибо может ли прекрасный этот светоч быть помещён в столь величественной храмине в другом, лучшем месте, откуда он мог бы всё освещать собой?»

Перед прыжком Коперник подстелил себе солому... Нашёл такую формулу, с которой церкви легче было примириться. Но она не примирилась с этим, потому что, разрушив миф об исключительном положении Земли во Вселенной, Коперник выбивал почву из-под ног всего религиозного мировоззрения средневековья.

И теперь, глядя с вершины XXI века, можно с уверенностью сказать, что ни одна теория, от Аристарха до Эйнштейна, не поднимала такой бури, как коперникова система движения небесных светил. Она сдвинула с места глыбу трагедий, под которой остались погребёнными многие из лучших людей того времени; она зажгла истину в сердцах молодых людей, предвестников будущего.

СЛОВА — НИЧТО

Ньютон знал слабости построенной им системы лучше, чем последующие поколения учёных.

А. Эйнштейн

Могущество страсти

Стоит ли отдавать его в школу? — думала бабушка, наблюдая, как туповатый взгляд десятилетнего мальчика подолгу задерживался на одном предмете. Зачем зря мучить этого слабенького, не слишком смышлёного, да и не очень счастливого ребёнка?

Мать через три года после его рождения овдовела. Снова выйдя замуж, она поглощена новой семьей. Сын от первого брака тяготит её. Она рада поручить его заботам бабушки. Может быть, деревенский воздух Вулсторпа пойдёт ему на пользу.

Так прошли первые годы жизни одного из самых гениальных людей.

Только двенадцати лет Исаак Ньютон переступил порог школы в маленьком городе Грантеме. Учителя немного ждали от переростка. Да он и не опроверг их предсказаний — был малоспособным, совсем не прилежным учеником.

Нередко бывает, что последний ученик — кумир класса, вожак, зачинщик. Неудача воспринимается как героизм и окружает бездельника ореолом в глазах мальчишек. Ньютон был не таким. Он сторонился одноклассников. Друзей у него не было. Он выглядел тусклым, малосимпатичным увальнем. Над ним подтрунивали не только товарищи, но и преподаватели.

В опубликованных лишь в 1927 году выдержках из школьной тетради Ньютона приводятся записи правил рисования пером и красками, копии медицинских рецептов,

заметки о химических фокусах и описания различных поделок, свидетельствующие о его интересе к ремеслу, работе руками, о большой систематичности и аккуратности.

В Гранте подростка поселили в доме городского аптекаря Клэрка. Здесь он познакомился с воспитанницей аптекаря, маленькой мисс Сторей. Они подружились. Впоследствии она вспоминала, что Ньютон был здравомыслящим, молчаливым и задумчивым. Он неохотно играл с товарищами, предпочитал оставаться дома в обществе девочек. Он часто мастерил для них маленькие столы, шкафчики и другие вещи, любил собирать для аптекаря лекарственные травы.

А мисс Сторей скоро превратилась в избалованную маленькую львицу, начинающую покорительницу сердец. Её влажный взгляд и капризы поставили на колени немало юных поклонников. Среди них оказался и Исаак.

То, что произошло вдруг с угрюмым заторможенным подростком, было чудом. Любовь подействовала как удар кнута. Ньютон проснулся. Шквал чувств зажёл в нем тот свет, который сделал Ньютона одной из ярчайших звёзд человечества. Не способный выделиться среди соперников силой и ловкостью, он непостижимыми путями безошибочно определил, в чём состоит его превосходство.

Он избрал свою дорогу, устремился на неё, не зная, что она уведёт его от любви.

Оказалось, что вся школьная премудрость ему не интересна, ибо она слишком проста. Он перешагнул через неё, как Гулливер через замки лилипутов, и, будто обутый в семимильные сапоги, с лёгкостью обогнал лучших учеников школы.

Но всему этому: и быстрым успехам под руководством превосходного учителя Генри Стокса, и детскому роману — суждено было оборваться. Мать мальчика, овдовев вторично, вернулась с тремя детьми в деревню и взяла Исаака из школы. Ему шёл пятнадцатый год, он должен был помогать в хозяйстве. В деревне он провёл два года.

Об этих годах не сохранилось ничего достоверного. Ясно лишь одно: работа на ферме не вытеснила у него интереса к науке. Предание гласит, что дядя Ньютона, священник Эскоу, застал юношу врасплох, сидящим у забора, за решением математической задачи. Просвещённый священник убедил мать вернуть Исаака в школу.

Так это было или иначе, но Исаак возвратился в Гранте, в семью аптекаря Клэрка. Он возвращается к прежним увлечениям: строит модели и сложные механические игрушки, самокаты и солнечные часы. Мастерит воздушные змеи и, запустив как-то ночью большой змей с подвешенным к нему фонарём, распускает в округе слух о новой комете.

Но он уже не прежний недоросль. Теперь развлечения — между делом. Теперь он самостоятельно изучает «Геометрию» Декарта, сочинения Кеплера и другие сложные научные труды, которые даже профессионалам даются лишь в пору зрелости.

Ньютон родился в год смерти Галилея. И на этом факте можно было бы построить концепцию о преемственности рационального метода познания. Но когда Ньютону было восемь лет, умер Декарт. У всех на устах была легенда его жизни. И Ньютон — будущий великий англичанин, а пока впечатлительный мальчик — попал под обаяние великого француза.

В этом не было случайности. Декарт любил не только науку, но и популярность, ему не безразлично восторженное поклонение молодёжи. Поэтому он писал не только серьёзные труды, но и популярные книги и даже романы-фантазии, где давал волю воображению. Не скованный пуританскими требованиями науки, он вволю фантазировал о вселенных, где чувствовал себя богом. В этих романах причудливо переплетались черты реального мира и идеального — мира, который создал бы Декарт, будучи на месте творца.

Размышляя о творчестве Ньютона, мы всё время будем ощущать в нём влияние Декарта. Всю жизнь Ньютон вёл с Декартом мысленный диалог: в детстве — как робкий школяр, в юности — как равный, в зрелости — как яростный противник, в старости — как жертва и раб одних и тех же заблуждений.

Итак, первым наставником в науке и идейным вдохновителем стал для Ньютона Декарт, красноречивый, блестящий, обаятельный, разносторонний, сконцентрировавший в

своих трудах все наиболее передовые научные идеи своего времени, начиная от философии и кончая многими конкретными областями знания. Среди них была и физика.

Лишь позже Ньютон поймет слабость натурфилософского подхода Декарта, бесперспективность попытки решения конкретных задач методами натурфилософии. А пока его покоряет логическая простота и безукоризненность декартовского пути познания природы. Не считать истинным то, что не представляется ясным и отчётливым. Разбивать изучаемый вопрос на ряд более простых. Начинать изучение с простейшего. Тщательно следить за нитью рассуждений, чтобы не пропустить главного...

Эти четыре правила кажутся Ньютону ключом к тайнам познания. Его молодой ум сочувственно отзывался на скептицизм Декарта, подвергавшего сомнению всё, что добыто предшествующими поколениями. Пробудившийся разум в восторге от единственного абсолюта, который провозглашает Декарт: «Я мыслю, стало быть, существую!»

Я существую, думает Ньютон, я мыслю, я добуду истину! Ему по душе и ироничность Декарта: «Здравый рассудок распределён на свете лучше всего, ведь каждый воображает себя наделённым им в должной пропорции. Так что, например, люди, весьма привередливые в других отношениях, бывают обыкновенно очень довольны своим умом и не желают большего. Но дело не в одном здравом рассудке. Крайне важно ещё хорошее применение его».

Хорошее применение рассудка — вот чем занят молодой Ньютон.

Теперь он во всем первый. От детской болезненности не осталось и следа. Биографы предполагают, что дело шло к женитьбе на мисс Сторей.

Однако, в этом нет сомнения, юношеское увлечение пробудило в нем другую страсть. Глубокую и единственную, окрасившую ярким пламенем всю его дальнейшую жизнь.

Перед Ньютоном возникла дилемма: наука или женитьба. По средневековой традиции члены колледжа должны были оставаться холостыми. Наука оказалась сильнее любви. Ньютон выбрал науку и до конца своих дней оставался холостяком.

5 июня 1661 года он был принят в Тринити-колледж и переехал в Кембридж. Ему шёл девятнадцатый год.

Он всю жизнь поддерживал дружеские отношения с мисс Сторей, ставшей затем мистрис Винцент, посещал её дом, помогал ей.

... В суровой, почти монастырской обстановке колледжа забылись интересы семьи и хозяйства, знакомые и друзья. Всё это вытеснила страсть к науке.

Ньютон был принят в Тринити-колледж в качестве субсайзера — малоимущего студента, выполнявшего для заработка обязанности слуги по отношению к бакалаврам, магистрам и прочим членам колледжа.

Стараниями Стокса и своим энтузиазмом он был хорошо подготовлен в рамках школьной программы того времени. Два первых года в колледже ушли на изучение арифметики, геометрии по Евклиду, тригонометрии, то есть того, что теперь входит в багаж школьника. Изучал он также богословие, латынь, греческий. В эти годы Ньютон познакомился с системой Коперника, а с 1663 года в нём проявился особый интерес к оптике.

Университетскую программу Ньютон проходит в должном порядке и с большей, по сравнению с другими, быстротой. В 1664 году он становится «действительным студентом», а в начале 1665-го получает степень бакалавра.

В октябре 1667 года его избирают младшим членом колледжа. Затем, подобно тому как сполохи двигателей отмечают стремительный взлёт многоступенчатой ракеты, его научный рост отмечается официальными актами — через пять месяцев он уже старший член колледжа, а ещё через четыре месяца — «мастер искусств», или магистр. Проходит ещё год, и профессор Исаак Барроу уступает молодому учёному свою кафедру математики.

Ошибка Ньютона

В 1671 году не известный за пределами своего колледжа преподаватель математики Ньютон собственными руками построил маленький зеркальный телескоп, позволяющий видеть небесные тела лучше, чем самые крупные телескопы со стеклянными линзами. Зеркальце вместо увеличительного стекла приблизило к людям мир звёзд.

Это был не первый созданный им зеркальный телескоп. Но этот, наконец, был столь хорош, что Ньютон, очень требовательный к себе, мог показать его коллегам.

Весть о новом телескопе вскоре вышла за пределы Кембриджа и достигла Лондона. Поэтому Ньютон, не стремившийся к славе, но побоявшийся ослушаться королевского декрета от 18 октября 1662 года, в силу которого всякое изобретение в области физики и механики должно быть испытано Королевским научным обществом, отправил прибор в столицу.

Члены Королевского общества, по нашей терминологии — Академии наук, и вместе с ними сам король осмотрели и испытали телескоп. Он работал лучше тех, которыми пользовались королевские астрономы, хотя линзы в этих телескопах были много больше, чем пятисантиметровое зеркало, изготовленное Ньютоном.

Всеобщее восхищение привело к тому, что 11 января 1672 года Ньютон был избран членом Королевского общества. Оно не было в те годы столь знаменитым, как сейчас. Не будет преувеличением сказать, что начало нынешней славы общества положило именно решение о принятии в него Ньютона.

Так Ньютон стал академиком, когда ему ещё не исполнилось тридцати лет.

Телескопы в те годы были в моде. К

Не знали об этом и другие изобретатели зеркального телескопа. Один из них, ученик Галилея, знаменитый математик Бонавентура Кавальери, в отчаянии писал: «Я полагаю, что они (зеркальные телескопы) никогда не дойдут до совершенства линзовых телескопов».

Линзовыми телескопами, в которых главным действующим «лицом» были знакомые всем увеличительные стекла в форме чечевицы, Ньютон интересовался ещё в студенческие годы — в конспектах и тетрадях найдены заметки, относящиеся к полировке линз, к закону преломления световых лучей. Он знал, что даже Декарт занимался улучшением работы телескопов и предлагал для этой цели придавать поверхности линз не сферическую, а более сложную гиперболическую форму.

Но ни сам Декарт, ни лучшие мастера-оптики не могли изготовить такие линзы. Ньютон даёт себе слово добиться успеха. Он изучает геометрию и алгебру и, думая, что решение задачи кроется в расчёте сложных поверхностей линз, изобретает точнейшие математические методы для этих расчётов, применяет их с виртуозным искусством и изготавливает удивительные по форме увеличительные стёкла. Но... на каком-то этапе работа застопорилась, и не по вине математики или из-за недостатка терпения. Наступил предел возможности увеличивать изображения далёких объектов. Мешали искажения — цветные радужные полосы.

Что было делать?

Перед Ньютоном открывались два пути: искать всё более удачную форму увеличительных стекол-линз или подбирать для их изготовления более удачное по составу стекло, ведь от свойств стекла тоже многое могло зависеть. Курьёз в том, что теперь это известно каждому школьнику, было это известно и Ньютону, но... известно не до конца! Он был в плену досадного заблуждения — и оставался в нём до конца своих дней. Правда, настал момент, когда сама судьба предоставила ему возможность понять истину...

... В Англии — тяжёлые времена. Свиристует чума. Ньютон покидает Кембридж и едет на родину — в деревню Вулсторп. Здесь он живёт около двух лет — от августа 1665 года до марта 1667 года. И это оказались удивительные для науки годы. Здесь, в сельской тиши, молодой бакалавр испытал удивительный творческий подъём. Именно здесь — тогда Ньютону шел 23 год — он создал математический анализ бесконечно малых величин (по теперешней терминологии — дифференциальное исчисление) и, применив его к физическим задачам, положил начало современной математической физике. Здесь он глубоко продумал

проблему всемирного тяготения. Здесь он своими руками и на свои скудные средства создаёт оптическую лабораторию и проводит главные оптические исследования. Под впечатлением теории радуги, построенной Декартом на основе остроумных и точных методов, Ньютон продумал свои знаменитые эксперименты с целью установить природу света. Именно здесь Ньютон произвёл свой легендарный опыт разложения солнечного света. Он поставил на пути солнечного луча стеклянную призму, и солнечный луч, ударившись о грань этого препятствия, рассыпался на семь цветных лучиков. Ньютон увидел на стене своей комнаты семь цветных полосок — искусственную радугу — красную, оранжевую, желтую, зеленую, голубую, синюю, фиолетовую... (Чтобы запомнить последовательность цветов солнечного спектра, надо заучить шуточную фразу: «Каждый Охотник Желает Знать Где Сидит Фазан».)

Как могло случиться, что столько людей изучали свет, видели многоцветье радуги и радужных полос, образуемых призмой, и не поняли, что все эти цвета содержатся в белом свете?

Ньютон увидел и понял. Он собрал воедино семицветную радугу и получил белый свет. Это было его великим прозрением.

Так, вдали от научных центров, без помощников, Ньютон осуществил простой в техническом отношении и поразительно тонкий и глубокий по своей сути эксперимент, который потряс оптиков, работавших в лучших университетских лабораториях.

Ньютон понимал значение своего открытия. Он пишет секретарю Королевского общества: «Это важнее всего, что было до сих пор сделано по вопросу о природе света».

Он продолжает поиски в области оптики. Он шлифует и собирает линзы в сложные конструкции и с их помощью наблюдает отражение и преломление лучей на границах разных сред.

Эти эксперименты были фактически продолжением студенческих исканий по улучшению телескопов со стеклянными линзами. Может быть, теперь он отгадал, в чём тайна радужных полосок, образуемых линзами? Может быть, наконец, понял, что свету вовсе не безразличен состав стекла, из которого сделаны увеличительные стекла?

Бывают такие стечения обстоятельств, которые роковым образом влияют на события жизни, запутывают самые прозорливые умы.

Случилось так, что, проводя опыты с разложением света, Ньютон пользовался призмами не только из стекла, но и наполненными водой. Все опыты без исключения убеждают его: процесс разложения белого света зависит не от материала призм, а только от их формы. Это не так, но учёный, готовя водяные линзы, добавлял к дождевой — самой прозрачной — воде свинцовый сахар. Эта добавка делала её ещё более прозрачной. Однако Ньютон не учёл, что добавка свинца увеличит плотность воды, и она по оптическим свойствам станет близкой к стеклу.

«Значит, надо отказаться от использования в телескопах любых линз и искать радикально другое решение», — подумал Ньютон. Он пришёл к мысли применить в телескопах зеркало и создал свой зеркальный телескоп. Ошибка привела к открытию, а самого Ньютона — к славе. Наверно, подобные случаи дали право физику Блэккету сказать: «Ошибки могут таить в себе важные открытия».

Но ошибка в науке, особенно ошибка, допущенная гением, не могла не иметь и отрицательных последствий.

Ньютон, уверенный в тщательности и точности всех своих экспериментов и вынужденный многократно доказывать их безупречность, полемизировать с сомневающимися и отвергать возражения других исследователей, по существу, мешал нахождению истины в этой конкретной области.

Через несколько лет малоизвестный бельгийский учёный Люкас повторил опыты Ньютона и получил иной результат, как мы теперь знаем, более правильный. Он работал с «лёгкими» призмами и не пользовался свинцовым сахаром для просветления воды. Поэтому его призмы разлагались между собой, и экспериментатор смог уловить разницу в их способности преломлять свет.

Однако Ньютон упорно отрицал результаты Люкаса, хотя сам и не повторял более опытов с призмами.

Так Ньютон не только прошёл мимо важного открытия, но и задержал развитие одного из направлений оптики — учения о дисперсии.

До конца жизни упорствовал Ньютон в своей ошибке.

Первый его зеркальный телескоп был прибором-малюткой: длина — всего 15 сантиметров, зеркало — диаметром в 2,5 сантиметра, — и давал он не очень хорошее изображение. Но был прост и дешёв и почти не уступал по силе увеличения более крупным линзовым телескопам. До нас не дошёл этот приборчик, сделанный молодым Ньютоном, но другой, с пятисантиметровым зеркалом, послуживший непосредственной причиной избрания Ньютона членом Королевского общества, сохраняется до сих пор как реликвия — это национальная гордость Англии.

Как ни малы эти первые зеркальные телескопы Ньютона, они являются предками всех крупнейших современных телескопов, в том числе гиганта с пятиметровым зеркалом на горе Маунт Паломар и непревзойдённого шестиметрового рефлектора Зеленчукской обсерватории.

Гениальная непоследовательность Декарта

Возглавив совсем молодым человеком кафедру математики Тринити-колледжа, Ньютон уделял этой науке не очень много сил. Он читал лекции по оптике, а также готовил к изданию сборник лекций по оптике своего предшественника профессора Барроу.

Углубившись в одну из самых древних наук, Ньютон с удивлением обнаруживает, сколько в ней недосказанного, неубедительного, приблизительного. Пожалуй, только Декарт отважился внести в неё количественный критерий, задумался о связи следствий и причин. До него оптика представляла собой набор отдельных фактов, объединённых лишь геометрическим описанием Евклида. Если учёные могли ответить на вопрос о том, как возникают оптические изображения, то вопрос, почему это происходит так, а не иначе, решился поставить лишь Декарт.

Декарт ясно понимал значение оптики для общего развития науки, он хотел улучшить зрительную трубу и продолжить астрономические исследования Галилея. Так возник его труд «Диоптрика».

В первой главе он намерен объяснить все известные свойства света и вывести ещё не известные. Но при этом он полностью отступает от своей превосходной программы. Он опирается не на опыт, а на аналогии, на поверхностные аналогии: луч света аналогичен палке, при помощи которой слепец получает представление о предметах; это некое движение или некое действие, которое идёт от светящегося тела к глазам; как два потока сула, вытекая из двух отверстий в чане с виноградом, не смешиваются, так два потока тонкой материи, исходящей из Солнца к нашим глазам, не возмущают друг друга и не возмущаются обычной материей; световой луч подобен брошенному мячу.

Говоря о природе света, Декарт рассуждает о толчках эфира и вводит гипотезу светового флюида, подобно тому как для объяснения электричества и магнетизма он вводит соответствующие электрический и магнитный флюиды.

Всё это далеко от ясности и отчётливости. Но Декарт, жонглируя сравнениями луча света то с палкой слепца, то с потоком жидкости, то с мячом, рассматривает все известные ему оптические явления. Понять это не смогли даже его ближайшие ученики.

И тем не менее Декарт, пользуясь поверхностными аналогиями, делает открытие, которое оказалось полным сюрпризом. Об этом рассказывается во второй части «Диоптрики», где идёт речь о законах отражения и преломления света. Всё рассуждение ведётся, однако, не для света, а для твёрдых тел.

Проследим за ходом мыслей Декарта. Пусть, рассуждал он, мяч падает на сетку. Пусть он прорывает её. Что происходит с мячом? Он меняет скорость. Только ли это? Нет, он ещё меняет своё первоначальное направление, отклоняясь в сторону. Разве не то же происходит с лучом света, падающего на границу раздела двух сред? — делает вывод Декарт.

Математика даёт закон движения мяча, прошедшего сквозь порванную сетку. На основании смутной аналогии Декарт предполагает, что этот закон верен для лучей света.

Даже при поверхностном знании физики легко догадаться, что Декарт избрал позицию геометра. Он разлагает фактическое движение мяча на две составляющие, и... его встречает чудо! Он выводит закон преломления света!

С точки зрения физика, такая позиция неубедительна и не может привести учёного к пониманию глубины явления. Но результат, который получил Декарт, феноменален — он разрешает многострадальную, так до XVII века и не решённую проблему об отношении между падающим и преломленным лучами света.

Когда Декарт заявляет об этом, выясняется, что закон преломления уже открыт опытным путём скромным и малоизвестным учёным по фамилии Снелиус...

Так, впервые за две тысячи лет, прошедших после Евклида, математика, на основе мысленного опыта с твёрдыми телами, дала закон, правильно описывающий поведение световых лучей. В науке появился закон Снелиуса — Декарта: отношение синуса угла падения к синусу угла преломления есть величина постоянная.

То, что Снелиус опередил Декарта, не умаляет действительно замечательного достижения, к которому Декарт пришёл самым непостижимым, даже легкомысленным образом. Его закон верен, так как полностью согласуется с опытом. Однако чудо не длится вечно. И, сделав правильно первый шаг, Декарт споткнулся на следующем. Опасность, которая его подстерегла, не была особенно неожиданной, он должен был её заметить при своём геометрическом подходе к явлению.

Из полученной Декартом формулы вытекало, что более плотная среда преломляет свет сильнее, чем среда менее плотная. Но геометрия показывала, что так может быть, только если свет в менее плотной среде распространяется быстрее, чем в более плотной. Вместе с тем Декарт был уверен в том, что скорость света бесконечна. Как же бесконечное может увеличиваться?! Возникла неувязка, логическое противоречие, ибо не может быть ничего большего, чем бесконечность...

Вместе с тем к убеждению о том, что скорость света бесконечна, Декарт пришёл, обдумывая результаты, полученные астрономами. Если скорость света конечна, рассуждает он, то её сложение со скоростью Земли должно привести к кажущемуся смещению положений звёзд на небе. Но наблюдал ли кто-нибудь это смещение? Нет, не наблюдал. То, что сегодня называется абберацией, во времена Декарта никому не было известно из-за неточности астрономических наблюдений. Абберация была открыта и изучена лишь через сто лет.

Основываясь на отсутствии абберации, Декарт мог с чистой совестью верить в бесконечность скорости света.

Ну а раз это так, то как же скорость света может увеличиваться при переходе света, скажем, из воды в воздух?

Как Декарт справился с этим противоречием? Он не хотел отказаться ни от бесконечной скорости света, ни от закона преломления. Рассуждая об одном, он умалчивает о другом. В том и состоит задача и труд учёного, считал Декарт, чтобы выводить из ненадёжных гипотез правильные и полезные следствия. Стремление к непротиворечивости было для него второстепенным.

Всё это глубоко чуждо Ньютону. Так возник рубеж, за которым кончается восхищение юного Ньютона системой познания его недавнего кумира. Ньютон хочет следовать программе Декарта более последовательно, чем ей следует сам Декарт.

Кстати, критическое отношение к великому французу возникло у многих учёных, ещё когда тот был молод. Недоверие к первым его научным работам породила его сомнительная репутация. Декарта считали легкомысленным офицером, гулякой и хвастуном. Судьба его необычна. Он родился в 1596 году в Турени в семье, принадлежавшей к старой аристократии. Его отец был парламентским советником. С восьми лет Рене, лишившись матери, оторван от семьи и воспитывается в иезуитской коллегии в Анжу. Но его занимают

не божественные науки, а математика и другие «светские» науки.

«Как только возраст позволил выйти из подчинения моим наставникам, я совершенно забросил книжную науку, и, решив не искать иной науки, кроме той, какую можно найти в себе самом или в великой книге мира, я истратил остаток юности на путешествия, на общение с людьми различных нравов и положений, на накопление разнообразного опыта», — пишет о себе Декарт.

Прожив затворником юные годы, он, вырвавшись в 1612 году в Париж, на два года с головой окунается в бесшабашную жизнь блестящего и весёлого города. Оргии, развлечения, — но следующие два года он, презрев все соблазны, отдаёт уединённому изучению математики. Однако время для систематической научной работы ещё не наступило. В 1617 году он — офицер голландской армии, а в 1619-м — в армии курфюрста Баварского участвует в тридцатилетней войне. Следующие десять лет — постоянно меняет страны и занятия. Но и среди этой бурной скитальческой жизни он находит время для философских размышлений и занятий математикой.

В тридцать два года Декарт создаёт удивительное сочинение «Правила для руководства ума», которым зачитывалась вся молодёжь и которое произвело очень большое впечатление на Ньютона.

В 1629 году Декарт вдруг остепенился, осел в Голландии и целиком отдался философии. Здесь, после национально-освободительной революции, создались более благоприятные, чем в других странах, условия для спокойной работы.

Декарт, первым после Аристотеля, задумал создание единой научной системы, способной охватить весь мир в его всеобщности, со всеми его частностями. Но при этом он считал необходимым ниспровергнуть схоластическую систему Аристотеля.

При всём величии этого замысла Декарт не был борцом. Закончив в 1633 году свой трактат «Мир», он, под впечатлением осуждения Галилея, воздерживается от публикации трактата. Ведь «Мир» теснейшим образом связал его с системой Коперника, отказаться от которой Декарт не хотел. «Мир» увидел свет только после смерти автора.

Избегая опасных астрономических и космологических исследований, Декарт сосредоточился на философии, математике и физике. В знаменитом «Рассуждении о методе» впервые в геометрии и оптике были применены новые методы математического анализа. Здесь же сформулированы новые принципы научного мышления, основанные на требовании простоты и ясности. Из наблюдений и опытов должны быть извлечены исходные принципы, из них при помощи логики и математики должно получаться всё.

К сожалению, как это обычно бывает, сам Декарт зачастую — более того, почти всегда — отступал от этой программы. Он в большинстве случаев извлекал исходные принципы не из опыта, а из своей необузданной фантазии. А если логика и математика затем приводили его в противоречие с фактами, он вопреки очевидности отрицал эти факты.

Впрочем, Декарт не всегда ограничивается рассуждениями. Берясь за объяснение радуги, он предстаёт совсем в ином свете: отбрасывает пустые словопрения и тщательно повторяет опыты иезуита Доминиса со стеклянными шарами и призмами, наполненными водой. Доминис исходил из убеждения, что разные цвета получаются от смешения белого света с темнотой. Образование же разных цветов зависит от того, какую толщу в веществе приходится преодолеть белым лучам Солнца. Если они падают на призму в тонкой её части, вблизи ребра, то есть преодолевают небольшую часть вещества, к белому цвету добавляется немного темноты. Чем дальше от края призмы падают лучи, чем дольше они идут в веществе, тем больше темноты к ним добавляется. Поэтому верхний луч имеет самый яркий цвет — красный, а луч, проходящий через наибольшую толщу призмы, самый тёмный — фиолетовый.

Доминис подобным образом объяснял и возникновение радуги. Он заказал стеклодувам большие стеклянные шары, наполнил их водой и подвесил так, чтобы с удобствами наблюдать прохождение через них солнечного света. В его рассуждениях эти шары выступали огромными моделями водяной капли. А появление красных, жёлтых и других

цветов он объяснял так же, как в случае с призмой, — долей темноты, примешивающейся к белому цвету из-за толщи воды в шаре или капле.

Декарт, как и Доминис, получает искусственную радугу. Наблюдая её, обнаруживает, что сосуд кажется ярко-красным там, где линия зрения, по его измерениям, образует угол в 42° с направлением падающих лучей.

Чтобы объяснить этот результат, Декарт принимает гипотезу, что свет, проходя через сосуд или дождевую каплю, преломляется на передней поверхности, отражается от задней и вновь преломляется на передней. Замысловатое предположение? Однако расчёт, проведённый Декартом в соответствии с этой гипотезой, даёт угол ровно в 42° ! Это для красного цвета. Для лучей другого цвета расчёт подсказывает другие углы зрения, и опыт подтверждает и это!

Вот пример плодотворной гипотезы.

Так, на основе опыта и математики, Декарт объяснил цвета главной радуги, а учтя возможность двукратного отражения на задней поверхности, объяснил и возникновение слабой побочной радуги под углом $51\text{--}52^\circ$.

Всё это точнейшие результаты, которые принесли Декарту уважение современников и благодарность потомков...

... Декарт был не только учёным, но и шевалье, светским человеком. Это одна из самых популярных и модных фигур XVII века. Его слава произвела такое большое впечатление на шведскую королеву Христину, считавшуюся самой образованной женщиной того времени, что она пригласила Декарта к своему двору. Коронованная ученица очень усердно изучала труды Декарта под его руководством. Однажды во время длительного урока учитель простудился и вскоре умер. Ему было пятьдесят четыре года.

Королева пожелала похоронить его у себя в стране — на кладбище для иностранцев, сирот и еретиков. Это произошло в 1650 году. А в 1660 году останки великого философа затребовала Франция. Но поклонники и коллекционеры вскрыли гроб и растащили кости. Череп Декарта остался в Швеции, откуда был возвращён во Францию в дар учёному Кювье в 1822 году.

В последующие годы череп был помещён в музей Человека — потомки могли осматривать его одновременно с обозрением первобытных чудовищ и черепа преступника Картуша.

Декарт оставил изумительные и противоречивые научные сочинения: «Диоптрика», «Мир», «Начала философии» и другие. Они показали молодым учёным, какие вопросы ставит объективная реальность перед физиком. Несомненно, стремление Декарта к геометризации физики (он фактически является родоначальником аналитической геометрии), к тому, чтобы рассуждением и экспериментом подготовить ряд математических аксиом, на которые можно было бы опереться в исследовании, было лишь благим намерением. Он забывал или не верил, что математика — опасное оружие. Она как мясорубка. Из плохого мяса не получишь хороших котлет. Математические формулы дают разумные результаты только из правильных посылок. Декарт мог бы это понять: оступившись при формулировке одного из законов механики, он получил шесть ошибочных выводов из семи! Шесть результатов противоречили опыту. И Декарт в этом убедился. Но... слишком уверенный в себе, он объясняет расхождение теории с опытом не порочностью теории, а тем, что в опыте, возможно, участвуют второстепенные факторы, не учтённые теорией, — а значит, нечего беспокоиться.

Мина замедленного действия

Ньютон и не беспокоится. Он просто отбрасывает декартов туман. Ему не нужна наука, описывающая нереальный мир и не дающая ответов на вопросы о реальном мире. Он не хочет верить в фантастические романы кумира эпохи. Переболев непоследовательностью Декарта, он решает прежде всего выработать твёрдую позицию. Он хочет строить физику подобно тому, как излагал геометрию Евклид.

Из Опыта с большой буквы, то есть из наблюдений и практической деятельности

людей, следует формулировать «положения» или «принципы», играющие роль аксиом геометрии. Это трудная задача, но Ньютон считал её важнейшей задачей науки. Далее эти принципы следует изложить на языке математики и из них, как из аксиом, выводить следствия — теоремы.

На основе теорем ставятся новые задачи, и найденные решения обязательно должны быть проверены опытом.

Таким образом, теория вытекает из опыта и предсказывает неизвестные ранее явления, подлежащие проверке опытом. Так, по мысли Ньютона, можно построить здание физической науки, подобно тому как в древности Евклид, исходя из опыта, построил совершенное здание геометрии.

Ньютона привела к такому намерению инстинктивная потребность выбраться из хаоса неопределённости и домыслов, и он безошибочно выбрал самый безукоризненный метод познания.

Вооружённый этим методом, Ньютон мог выступить против попыток словесного объяснения сути явлений, объяснения, не покоящегося на эксперименте и не допускающего экспериментальной проверки. Он был солидарен с девизом Английской академии наук: «Слова — ничто».

Надо сказать, что, провозгласив свое кредо и стараясь следовать ему, он, как мы сможем убедиться, всё же следовал ему не всегда. Он настойчиво пытался реализовать свою программу. Но каким непосильным бременем, каким удивительным источником прозрений и заблуждений стала она для него и для науки его времени! Прежде всего ему пришлось развенчать своих кумиров — Декарта и Кеплера. Первыми же научными результатами Ньютон оспорил их мнения, которые ранее считал непогрешимыми.

Решительный бой Ньютон дал учителям по вопросу цвета. Оба они внесли свою лепту в решение проблемы цвета. Кеплер до конца жизни пронёс убеждение в том, что свет, по существу, бесцветен. А то, что цвет одного предмета отличается от другого, — результат свойства самих предметов. Цвет дан телам от природы. Свет — одна ипостась. Цвет — другая. Что такое цвет, Кеплер объяснить не пытался. Это, считал он, дело философов. Физик же должен изучать свет как таковой, а о цвете он может даже не думать.

Ньютон знал точку зрения Кеплера. До своего опыта с призмой он, вероятно, и сам разделял её.

Разумеется, он не мог не интересоваться и мнением философов. А философы того времени со свойственной им расплывчатой терминологией говорили на этот счёт самые странные и неубедительные фразы. Например, что цвет — это нечто, сконцентрированное на поверхности непрозрачных тел. Что «он существует в предвидении, видим в потенции и становится видимым в действии внешнего света».

«Из всего этого едва можно понять, каким способом свет преломляется, почему цвета различны, в чём причина их появления...» — резонно замечает Ньютон.

«Учившие доселе о цветах, — констатирует он, — делали это на словах, как перипатетики, либо стремились исследовать природу их и причины, как эпикурейцы и другие, более новые авторы. Однако же, чтобы не излагать этой дурной философии, покажем, что такие рассуждения, как, например, у форм существуют другие формы и у качества — другие качества, глупы и смешны». И Ньютон ставит себе целью изучить оптические явления при помощи опытов и математики.

«Я не буду смешивать домыслов с достоверностью», — пишет он и многократно повторяет эту мысль.

Пропустив белый луч через призму и расщепив его на семь составляющих, он пропускает одноцветную часть радужной полосы через вторую призму. И видит, что цвет при этом не меняется, лишь изменяется направление луча. Вывод: не призма, не вещество создаёт цвета, раз они не способны изменить «простой цвет».

Он собирает воедино радужную полосу при помощи второй призмы и видит снова белый цвет. Значит, белый цвет состоит из смеси цветных лучей. Он может быть на них

разложен призмой и снова получен из них.

Итак, свет и цвет — это две ипостаси, но иные, чем думал Кеплер. Цвет не порождается окрашенными телами. Как же установить его сущность?

Ньютон понимал, что ощущение различия цветов как-то связано со свойствами человеческого глаза. И он особенно внимательно вчитывался в места декартовых «Метеоров», где тот писал:

«Природа цвета заключается в том, что частицы тонкой материи, передающей действие света, стремятся с большей силой вращаться, чем двигаться по прямой линии: таким образом те, которые вращаются с гораздо большей силой, дают красный свет, а те, которые вращаются лишь немного слабее, дают желтый...»

Влияние Декарта на Ньютона ещё настолько сильно, что он тоже заговорил о разной величине цветных частиц! Он, вослед древним атомистам и Декарту, не опираясь ни на какой непосредственный опыт, предположил, что свет есть поток частиц, испускаемых светящимися телами. Красные частицы, по его мнению, самые большие, а фиолетовые — самые маленькие. И Ньютон счёл, что, попадая на сетчатку глаза, в силу своей разной величины, частицы света производят разное, но вполне определённое для каждого цвета ощущение. Это значит, что он не в силах удержаться на гордой позиции отрицания гипотез и, уподобясь Декарту, создал гипотезу.

Итак, оба говорят о частицах света, недвусмысленно связывая их со свойствами самого света и с ощущениями глаза, дифференцирующего цвета. Оба — и Ньютон, отрицающий гипотезы, и Декарт, превозносящий их, — оба стоят при этом на зыбкой почве гипотез.

Но... Слова у обоих одинаковы, а смысл их совершенно различен.

Декартовы частицы света — это, как пишет он, «частицы тонкой материи». Декарт не сомневался, что свет есть не что иное, как передача давления от источника через особую среду, заполняющую всё мировое пространство. Мы уже знаем, что очень давно древние учёные придумали слово, подходящее для названия такой среды, — эфир. Декарт верил в него и считал, что свет и есть толчки эфира, и эти толчки передаются от одной частицы эфира к другой с бесконечной скоростью на любые расстояния.

Ньютон же, говоря о том, что светящееся тело испускает мельчайшие частицы, которые, попадая на сетчатку глаза, производят ощущение цвета, подразумевает под частицами света совсем иное.

Нет, свет — это не частицы эфира. Недвусмысленно и чётко он формулирует: частица света — это «наименьший свет или часть света, которая может быть оставлена одна, без остального света, или же распространяется одна, или совершает или испытывает одна что-либо такое, чего не совершает и не испытывает остальной свет».

Ньютон бросает в научный мир XVII века потрясающую идею: «Под лучами света я разумею его мельчайшие частицы». Это чёткая, корпускулярная трактовка сущности света как самостоятельной субстанции.

Корпускулы Ньютона — реальны. Они по существу атомы света или даже то, что сегодня мы подразумеваем под элементарной частицей материи.

Интуиция Ньютона позволила ему, добавляя одну гипотезу к другой, согласовать корпускулярную теорию света со всеми экспериментальными фактами, известными до него и полученными им самим в результате многих тщательно продуманных опытов и точных измерений.

В итоге корпускулярная теория, включающая теорию цвета, изгнала из пределов оптики фантастические построения Декарта, оставив лишь в уточнённом виде его теорию радуги. Эта же участь постигла теорию цвета Кеплера...

Корпускулярная теория света была миной замедленного действия, которая ожидала удобного момента, чтобы взорваться революцией в мировоззрении людей следующих поколений. К чему привёл этот взрыв, мы, люди XXI века, знаем. Ньютон же не подозревал о необычной судьбе своей идеи, о всех тех катаклизмах на пути учения о свете, которые произошли за следующие три века.

Ньютон был занят насущной для него заботой — защитой корпускулярной теории от её противников: Гука, Гримальди и Гюйгенса, лидеров волновой теории света.

Истина пополам

В начале 1672 года Ньютон посылает в Королевское общество свои мемуары «Новая теория света и цветов», в которых впервые высказал мысль о том, что свет — поток частиц. В ответ — резкие и необоснованные возражения. Прославленный Гук, секретарь Королевского общества, выступает против молодого члена Королевского общества. Отдавая должное тщательности и изяществу опытов Ньютона с разложением белого света, он возражает против его гипотезы, утверждая, что всё может быть объяснено при помощи его, Гука, волновой теории света. В результате — бурный спор, скандал, эхо которого распространилось далеко за пределы Англии.

Особенно обидело Ньютона то, что Гук назвал гипотезой его теории, построенные, как он считал, в строгом соответствии с провозглашёнными им принципами. Дискуссия длится несколько лет, до 1676 года. В пылу обиды Ньютон клянётся никогда при жизни Гука не печатать никаких работ по оптике. Это не было пустым обещанием. Гук умер в 1703 году, и лишь в 1704-м по настоянию друзей Ньютон выпускает свой большой труд «Оптика, или Трактат об отражениях, преломлениях, изгибаниях и цветах света». При жизни Ньютона вышли три английских издания и один латинский перевод этой книги.

Именно этот перевод стал достоянием научного мира, ибо тогда латынь была языком науки, а английским за пределами «Островов» не владел почти никто.

Гении обидчивы ничуть не меньше обыкновенных людей. Но гении, наверно, более упорны — жизнь Ньютона подтверждает это. Он перестал спорить с Гуком, которого не уважал и считал научным вором. Он больше не хотел публичных споров с Гуком, но работать над проблемой света не переставал...

... Другие противники корпускулярной теории света были людьми иного плана.

Франческо Гримальди, необычайно трудолюбивый человек и талантливый учёный, был иезуитом и профессором математики в Болонье. Он доверял лишь фактам,

а не авторитетам. А иезуитский орден требовал безусловного подчинения высшим духовным авторитетам. Может быть, поэтому замечательный труд Гримальди «Физико-математический трактат о свете, цветах и радуге» был опубликован лишь после смерти автора. Но многие его коллеги по науке были наслышаны об удивительном явлении, которое наблюдал математик-иезуит на стене в своей комнате, затемнённой ставнем.

В ставне он проделывал малое отверстие, впускал в комнату луч света и на его пути ставил то непрозрачный стержень, то нить, то птичье перо, а то и просто кусок ткани. То, что получалось на стене, поражало своей непредвиденностью. Какой бы предмет ни ставил исследователь на пути света, тень от него на стене была не там, где полагалось быть его геометрической проекции, а смещалась в сторону. Более того, силуэт предмета был очерчен цветными полосами — синими со стороны тени, красными со стороны света! Гримальди наблюдал до двух-трех групп таких цветных полос, бледнеющих в сторону тени...

Впоследствии Гримальди назвал отклонение лучей света вблизи препятствий дифракцией. Но пока он ничего не понимал.

Он убирал с пути лучей палки и перья и снова глядел на стену: луч света рисовал систему концентрических колец. Светлые кольца чередовались с тёмными... Гримальди проделывал в ставне второе отверстие, близкое к первому. Картина менялась: на стене возникали две пересекающиеся системы колец. Причём там, где пересекались светлые кольца, образовывались тёмные места. Свет, шедший из одного отверстия, гасил свет, исходящий из другого...

Гримальди описал это удивительное явление такими словами: «Освещённое тело может сделаться темнее, если к получаемому им свету прибавить новое количество света». Несомненно, Гримальди первым наблюдал и зафиксировал явление интерференции. Но он не

комментирует свои открытия. Возможно, он не хочет конфликтовать с авторитетами. Он лишь указывает на внешнюю аналогию с волнами, возбуждаемыми на поверхности воды. Впрочем, о природе цвета он высказывается вполне определённо, считая, что различия цветов должны объясняться различной скоростью колебания светонесущего вещества.

Если Гримальди предпочитал не высказываться прямо в пользу волновой теории света, то Христиан Гюйгенс делал это со всей решительностью и с такой убеждёностью, что не колебался вступать по этому поводу в острую полемику с более молодым, но уже уважаемым им Ньютоном.

Гюйгенс был авторитетом в вопросах оптики. Чуть ли не с детства о нём говорили как о гении. В шестнадцать лет он поступил в Лейденский университет. В двадцать два года опубликовал свой первый труд по математике, а затем целый ряд сложных математических трактатов. Он занимался усовершенствованием зрительных труб. В результате ему посчастливилось сделать сенсационное наблюдение. Он открыл спутник Сатурна и его кольца.

Но особенно Гюйгенс прославился конструкциями часов, не боящихся качки. Устойчивые хронометры — давняя забота мореплавателей. Во времена Гюйгенса для целей мореплавания применялись маятниковые часы. Но даже лучшие из них, идущие с завидной точностью на суше, сбивались с темпа в каюте качающегося корабля. Это приводило к ошибкам в навигационных расчётах и к гибели кораблей.

Британское адмиралтейство объявило конкурс на конструкцию часов, нечувствительных к качке. Задачу решил Гюйгенс. Он изобрёл балансир — вращающийся маятник, колёсико, удерживаемое пружинкой, основу всех судовых хронометров, всех механических карманных и наручных часов — словом, большинства часов, используемых нами.

Изобретение часов прославило Гюйгенса. В 1663 году он был избран членом Королевского общества, а в 1666-м — членом вновь организованной Французской академии наук. Он поселяется в Париже, но в 1681 году из-за религиозных преследований возвращается в Гаагу. Здесь его основные интересы сосредоточиваются на оптических исследованиях.

Начиная свои главные оптические работы, Гюйгенс уже знал «Новую теорию света и цветов» Ньютона и некоторые его мемуары, поступившие в Королевское общество, членом которого он был избран за шесть лет до Ньютона.

Гюйгенс восхищался экспериментальным искусством Ньютона, он верил результатам его опытов в отношении теории цветов, но... не понимал их существа. Его волновая теория тоже не могла объяснить явление цветности, и он писал, что «явление окрашивания остаётся ещё весьма таинственным из-за трудности объяснения этого разнообразия цветов с помощью какого-либо физического механизма».

В своём «Трактате о свете» он яростно полемизирует с Ньютоном. Он ставит вопросы, на которые тому не так-то просто ответить.

Гюйгенс спрашивает: допустим, свет — это действительно частицы, тогда как объяснить тот факт, что луч света, проходя сквозь вещество, не отклоняется от прямолинейного пути? Частицы света, сталкиваясь с частицами вещества, должны были бы отклоняться в стороны. А ведь луч света издавна славится символом прямой линии...

Ньютон, противник гипотез, отвечал на это дополнительной гипотезой о пористости материи и о «приступах»: материя состоит из крупинок, погружённых в пустое пространство, и частицы света, пробираясь сквозь вещество, вступают с этими крупинками в особые взаимодействия. Они испытывают приступы — притягиваются крупинками материи или отталкиваются ими. В одном случае луч света проходит сквозь вещество беспрепятственно, в другом отражается от него.

Все это казалось Гюйгенсу неправдоподобным и необидительным. И не только Гюйгенсу. Теория приступов — странная, запутанная, противоречивая — так и осталась тёмным пятном в оптических исследованиях Ньютона...

Гюйгенс ставил другие вопросы: допустим, навстречу друг другу мчатся два луча света. Если стать на точку зрения Ньютона, то два луча, состоящие из частиц света, должны столкнуться и смешаться, как два стада овец.

Но этого не случается. Каждый луч идёт своей дорогой беспрепятственно. Как объяснить этот парадокс?

Корпускулярная теория не давала разумного ответа. Гюйгенс с точки зрения волновой объяснил ситуацию блестяще: как две волны на воде, сталкиваясь, не мешают друг другу, так же и волны эфира, движение которых Гюйгенс считал светом, прекрасно ладят между собой.

Эфир оказался удобным союзником Гюйгенса и всех учёных, которые в него поверили. Это был путь наименьшего сопротивления. Ньютон не хотел идти по такому пути. Поэтому он спотыкался, блуждал в темноте, но не соглашался с Гюйгенсом. Он ещё не чувствовал истины, но неправду он чуял безошибочно.

Особенно импонировал физикам другой аргумент Гюйгенса, приводимый им в защиту волновой теории света. Речь идёт о способности сфокусированного зеркалом луча света сжигать предметы. В этом явлении Гюйгенс видел доказательство того, что свет есть движение особой среды. Сжигание может быть только следствием «разъединения, что служит убедительным признаком движения». Гюйгенс подчёркивает: «Нельзя сомневаться в том, что свет состоит в движении какого-либо вещества».

Он защищает, пропагандирует, внедряет идею эфира. И, объясняя распространение света колебаниями эфира, Гюйгенс применяет геометрический приём, который принёс его имени бессмертие.

Гюйгенс вводит в оптику понятие огибающей волны. Она помогает ему наглядно нарисовать чёткую модель распространения света, объяснить любому оппоненту, даже не физику, механизм движения световой волны.

Удивительная ситуация — эфира в природе никто не наблюдал, доказано, что свет — это электромагнитные волны, о чём Гюйгенс даже не подозревал, но именно то, что он почувствовал свет волнами, помогло ему открыть часть истины, ту часть, которая касалась волновых свойств света. Вот почему волновая оптика, восходящая к Гюйгенсу, работает полноценно и в научном механизме XXI века.

Что же это за огибающая волна, построение которой можно встретить в современных учебниках физики?

Гюйгенс рисует свечу и окружает её целым набором окружностей — каждая точка пламени сообщает движение частицам эфира. Каждая точка пламени создаёт свою собственную волну. А затем идёт цепная реакция — следующая частица эфира, которой достигла волна, становится центром другой волны. Движение идёт от частицы к частице так же, как распространяется пожар.

Такое движение передаётся на огромные расстояния — и на нашей Земле, и от звезды к звезде, и от самой далёкой звезды к Земле.

И происходит это потому, что «бесконечное число волн, исходящих из разных точек светящегося тела, на большом расстоянии от него соединяются только в одну волну».

Так учил Гюйгенс. И эта точка зрения остаётся справедливой по сей день, ибо геометрическое построение Гюйгенса в равной мере применимо к электромагнитным волнам и даже «волнам вероятности», определяющим, где следует ожидать появления квантов света — фотонов в каждом конкретном опыте.

В 1678 году Гюйгенс читает перед Французской академией наук «Трактат о свете». Волновая теория света встречает полное одобрение и поддержку академиков. С их лёгкой руки эта теория становится как бы официальной и вводится во все учебники физики как единственно верная.

Но, как ни удивительно открытие Гюйгенсом волновой сущности света и предчувствие Ньютона корпускулярной его природы, каждый из учёных уловил лишь часть истины.

В другой части ошибались оба. Ньютон хотел объяснить все оптические явления, считая свет частицами, Гюйгенс — считая свет волнами. И лишь изучение ошибок и

прозрений двух великих учёных (на что потомки потратили несколько веков) привело обе точки зрения к слиянию. Только XX век пришёл к пониманию истинной природы света, к пониманию того, что свет — это и частицы, и волны одновременно. Оказалось, что Ньютон и Гюйгенс поделили истину пополам... Как две стороны медали, их учения представляют собой одно целое.

Только в нашем веке корпускулярно-волновой подход к природе света помог людям нарисовать более полную (но всё ещё не исчерпывающую!) картину оптических процессов.

Неудивительно, что, познав лишь часть истины, Ньютон и Гюйгенс преуспели лишь в отдельных частных вопросах. Больше проблем поставили, чем решили, не дав — да и не имея в XVII веке возможности дать — единого учения о свете.

Величие и ничтожество

День 28 апреля 1686 года стал днём величайшей сенсации в чопорном Королевском научном обществе Англии. Острота сенсации определялась отнюдь не неожиданностью, а, напротив, нетерпеливым, более чем годовым ожиданием манускрипта, в котором британский оракул — Ньютон обещал объяснить законы движения планет.

Интерес к этому событию подогревался и той закулисной борьбой вокруг великого труда, которая не осталась тайной для академиков.

В одну из сред января 1684 года (мы знаем день, но дата не сохранилась) в скромной лондонской кофейне встретились два известных учёных: Роберт Гук, прославившийся работами в области механики и оптики, Кристофор Рен, математик и архитектор, строитель знаменитого собора св. Павла в Лондоне, и третий, ещё молодой Эдмунд Галлей, ставший членом Королевского общества в 22 года. Их беседа коснулась великой загадки движения планет.

Галлей сказал, что в минувшем году ему выпала удивительная удача: он вывел из третьего закона Кеплера, что тяготение между небесными телами убывает так же сильно, как растёт квадрат расстояния между ними. Он хотел также определить формы планетных орбит, но не смог.

Гук хвастливо заявил, что давно знает закон обратных квадратов. И ему ничего не стоит вывести из него и формы орбит. Причём он уверен, это будут эллипсы.

Сэр Кристофор, зная цену этим речам, предложил в качестве приза тому, кто определит форму орбит за два месяца, книгу стоимостью в 40 шиллингов.

Излишне говорить, что приз остался невостребованным. Гук не мог не знать, что планеты движутся по эллипсам. Астрономы давно определили это путём тщательных наблюдений. Но математических познаний Гука не хватило, чтобы это доказать конкретным расчётом.

Величайшей заслугой Галлея было то, что он не успокоился, не счёл застольную беседу завершённой. Он решил обратиться к всеведущему Ньютону. В мае того же года Галлей посетил его в Кембридже. Ньютон сказал, что знает, как доказать эллиптичность орбит, но не может воспроизвести вычислений по памяти. Галлей попросил прислать ему вычисления, и Ньютон обещал.

По-видимому, Ньютон не спешил, ибо, посетив его снова в августе, Галлей уехал без рукописи. Он получил её лишь в ноябре. Это был трактат «О движении», в котором в полном согласии с провозглашёнными Ньютоном принципами построения науки в виде последовательности аксиом и теорем великая задача была решена.

Трактат произвёл на Галлея столь сильное впечатление, что он немедленно приехал в Кембридж, чтобы получить разрешение автора на публикацию.

Зная Ньютона, можно угадать его ответ. Он не согласился. Трактат предназначен только для Галлея и не может увидеть свет. Он не завершён. Это лишь решение частной задачи. В черновых студенческих тетрадях Ньютона уже два-двадцать лет хранятся более общие и более важные результаты.

Никто не знает, к каким аргументам прибегал Галлей и что отвечал ему Ньютон. Известен лишь результат: Ньютон принялся за написание большого труда, в основе которого лежал трактат «О движении». Название труда — «Математические начала натуральной философии» — выдавало желание автора указать натуральной философии (физике) новый путь, отличный от содержавшегося в «Началах философии» Декарта.

Второй победой Галлея было согласие Ньютона представить трактат «О движении» в Королевское общество для закрепления авторского приоритета, но без опубликования. Об этом Галлей с согласия Ньютона сделал заявление 10 декабря 1685 года.

В феврале следующего года копия трактата «О движении» была получена Обществом и запрототолирована. По современной терминологии она была депонирована.

Эта работа была многообещающая — немудрено, что все интересующиеся проблемами мироздания, а они обсуждались тогда не только в учёных собраниях, но и в гостиных, с нетерпением ждали появления всего труда в виде книги.

И наконец... В протоколе заседания Общества записано: «28 апреля 1686 г. д-р Винцент передал манускрипт Ньютона под заглавием «Математические начала натуральной философии», где даётся математическое доказательство гипотезы Коперника в том виде, как она была предложена Кеплером, и все небесные движения объясняются на основании единственного предположения о тяготении к центру Солнца, обратно пропорциональном квадрату расстояния».

Академия наук решила отпечатать труд Ньютона чётким шрифтом и даже оплатить связанные с этим расходы. Но выход книги задерживался как из-за отсутствия средств, так и вследствие претензий Гука. Он претендовал не менее чем на открытие закона квадратичного убывания силы тяжести...

Галлей пишет об этом Ньютону 22 мая 1686 года: «Он утверждает, что вы заимствовали это понятие у него, хотя и соглашается, что доказательства кривой, образующейся вследствие этого, вполне Ваше собственное...». И далее: «Гук, по-видимому, надеется, что в предисловии, которое, может быть, Вы предположите Вашему труду, Вы упомянете его имя».

Гнев Ньютона, в котором ожили обиды, нанесённые ему Гуком в связи с оптическими работами, был безмерен. В ответе Галлею он утверждал, что этот «сапожник Гук» заимствовал свои утверждения у Борелли или даже из писем его, Ньютона, к Гюйгенсу, которые шли через Общество и которые Гук мог видеть.

«Из собственных слов Гука следует, — писал Ньютон, — что он не знал пути решения задачи».

Раздражение Ньютона было столь велико, что он хотел отказаться от печатания третьей части «Начал», содержащей применение физико-математических результатов к небесным движениям.

Галлей оказался блестящим дипломатом. Ему удалось смягчить гнев Ньютона — тот даёт обещание упомянуть имя Гука в «Началах» в одном из «поучений» наряду с именами Рена и Галлея.

Ньютон настолько не уважает Гука, что (в письме к Галлею) с иронией соглашается даже засвидетельствовать в своём труде «открытие» Гука — его ошибочное толкование одного из следствий вращения Земли.

Как известно, если с башни сбросить какой-нибудь предмет, он упадёт не строго по вертикали, а уйдёт чуть в сторону. Направление отклонения зависит от месторасположения башни. Так, в Северном полушарии предмет отклонится к востоку. Это — следствие вращения Земли, и, как мы уже знаем, многие энтузиасты пытались измерить величину отставания падающего тела. Но оно очень мало, и поверхностным экспериментаторам проще было считать, что его вовсе нет. А следовательно, нет и вращения Земли. Чтобы положить конец кривотолкам, Ньютон вычислил траекторию свободно падающего тела. Результат сообщил секретарю Королевского общества — Гуку.

Гук, докладывая Королевскому обществу об этой работе Ньютона, оспаривает её и

заявляет, что тело будет падать «по эксцентрическому эллипсоиду», причём не к востоку, а больше к югу. До сих пор неизвестно, что такое «эксцентрический эллипсоид». Ньютон не ответил Гуку публично, а ограничился письмом с корректным, но сухим возражением.

Разумеется, свою досаду Ньютон выразил лишь в письме к другу, к Галлею. В таком серьёзном труде, как «Начала», не могло найтись места для рассмотрения чванливой и глупой претензии Гука.

... Фрэнсис Бэкон, который умер за девять лет до рождения Гука, писал: «Наука часто смотрит на мир взглядом, затуманенным всеми человеческими страстями». Это полностью относится к Гуку, талантливому учёному, но склочному человеку.

Ньютон, отличавшийся скромным достоинством, как-то заявил: «Если я видел дальше других, это потому, что я стоял на плечах гигантов».

Если бы он включил эту фразу в книгу и адресовал потомкам, то, возможно, избежал бы многих неприятностей. А он написал эти слова в письме к Гуку, скрюченному человеку маленького роста... Гук никогда не смог простить этой фразы своему великому сопернику...

После многих задержек книга Ньютона вышла в 1687 году и разошлась в невиданно короткий срок. Известно, что в 1691 году её уже невозможно было купить.

Великое творение

Успех «Начал» определяется, конечно, прежде всего их выдающимся содержанием. Но Ньютон много поработал и над тем, чтобы сделать книгу доступной современникам, — он поступил так же, как и Галилей в «Диалогах».

Великий труд состоит из трёх книг. Его цель — построение общей картины мира, основанной на законах механики; доказательство всемирного тяготения как следствия из применений механики к движениям небесных тел. Для этого вводятся определения основных физических понятий, затем идут аксиомы или законы движения.

В первой книге изучается движение материальных точек и твёрдых тел. Материальные точки — идеализированные модели реальных тел, движения которых описываются ясно и наглядно. Твёрдые тела — более реальные модели, но всё ещё модели, не способные к деформациям, но имеющие определённые формы и размеры. В этой книге изложена, по существу, вся кинематика и динамика. Её и в наши дни изучают студенты, ею пользуются и всегда будут пользоваться учёные и инженеры.

Цель второй книги — покончить с декартовой теорией эфира. Здесь на основе кинематики и динамики, изложенных в первой книге, строится гидростатика, основы которой заложили Архимед и Стевин; гидродинамика, включая движение твёрдых тел в жидкостях; волновое движение и даже простейшие случаи вихревых движений. Но не эфемерных эфирных вихрей Декарта, а реальных вихрей, подобных смерчам в атмосфере и водоворотам в реках и прибрежных водах морей.

Венец всего труда — третья книга, она называется

«О системе мира». Именно её Ньютон не хотел публиковать, опасаясь новых споров с Гуком. Именно ей он предпослал свои замечательные «Правила философских умозаключений», на которых надо остановиться подробнее: они привели Ньютона к закону всемирного тяготения.

Чёткость вех, которые Ньютон расставляет ищущей мысли своими «правилами», составляющими основу книги, кажется и сегодня незыблемой.

Вот правила, которыми должен руководствоваться учёный, чтобы верным и кратчайшим путём прийти к истине.

Первое правило — не принимать иных причин явлений, кроме тех, что достаточны для их объяснения.

Второе правило — всегда относить аналогичные явления к одной и той же причине.

Третье правило — считать свойством тел такие свойства, которые присущи всем телам, над которыми мы можем экспериментировать и которые не могут быть ни ослаблены, ни

усилены.

Прозрение универсального закона тяготения было подарено Ньютону третьим правилом: раз тела притягиваются к Земле, море — к Луне, а планеты — к Солнцу, то можно смело считать, что все тела притягиваются друг к другу.

Правила рассуждений, сформулированные Ньютоном, послужили ему и его последователям верой и правдой. Они имели самые различные полезные следствия; и одно из главнейших — помогали понимать процессы, которые не поддавались непосредственному эксперименту. Помогали изучать сложные явления на экспериментах с аналогичными, но более простыми явлениями, доступными для воспроизведения в лаборатории.

Так в физике родился замечательный метод — метод индукции, метод исследования, позволяющий делать умозаключения по поводу сложного, исходя из простого. Позволяющий познать то, что не может быть изучено прямым путём, но может быть осознано путём сравнения с другими аналогичными, но более доступными явлениями, поддающимися подробному опытному изучению.

Ньютоновы правила — не надуманные рецепты. Они — следствия тонкого понимания специфики научного творчества. Да и не только научного творчества. Правила индукции применяются в любом исследовании, независимо от конкретной цели. Неудивительно, что Конан Дойль поражал и пленял воображение читателей железной логикой своего знаменитого героя. Его Шерлок Холмс руководствовался индуктивным методом рассуждений.

И наконец, четвёртое правило, которое Ньютон добавил уже позднее, в третьем издании своих «Начал»: считать правильным всякий результат, полученный из опыта с помощью индукции, до тех пор, пока не будут обнаружены другие явления, которые уточняют этот результат или противоречат ему.

Этому правилу должно следовать, замечает Ньютон, чтобы доводы индукции не уничтожались гипотезами.

Эта программа «физики принципов» противопоставлялась «физике гипотез» Декарта.

«Математические начала натуральной философии» составляют основу того, что мы называем классической физикой со всей её огромной объединяющей мощью и её ограниченностью, выявленной лишь через два с половиной века Эйнштейном. Здесь сформулированы основные понятия физики: масса и сила, пространство и время, движение и покой, настолько вошедшие в плоть и кровь каждого из нас, что они кажутся врождёнными.

Ньютон пишет: «Эти понятия общеизвестны, однако необходимо заметить, что они относятся обыкновенно к тому, что постигается нашими чувствами. Отсюда происходят неправильные суждения, для устранения которых необходимо вышеприведённые понятия разделить на абсолютные и относительные, истинные и кажущиеся, математические и обыденные».

Ни один из великих предшественников: ни склонный к рациональному мышлению мастер эксперимента Галилей, ни последний из когорты натурфилософов Декарт, ни другие не понимали опасности, таящейся в нечётком определении основных положений, на которых строится наука.

Галилей, первым пришедший к пониманию относительности движения, не сумел продвинуться дальше. Его остановило отсутствие чёткого определения того, что мы теперь называем системой отсчёта.

Ньютона часто упрекают в том, что он ввёл в науку представление об абсолютном пространстве и абсолютном времени. Основанием для таких упреков стала теория относительности, показавшая, что понятия пространства и времени являются относительными. Но ведь это стало очевидным лишь из опытов, которые подсказал потомкам сам Ньютон. На осуществление этих опытов последователи Ньютона потратили следующие два с половиной столетия.

Только в экстремальных областях, открывшихся в нашем веке, например, при скоростях, близких к скорости света, при плотностях, существующих в ядрах, и

элементарных частицах, нейтронных звёздах и чёрных дырах, при температурах, близких к абсолютному нулю, легко обнаруживаются отклонения от законов, установленных Ньютоном.

Ньютон между тем понимал различие между абсолютным и относительным и дал этому отличию исключительно чёткое определение.

Он пишет:

«Абсолютное, истинное, математическое время само по себе и по своей сущности, без всякого отношения к чему-либо внешнему, протекает равномерно и иначе называется длительностью».

Казалось, почему не сказать проще — абсолютное время течёт равномерно. Но Ньютон хочет подчеркнуть, что это абсолютное время отлично от интуитивно ясного, общепонятного, обыденного представления о времени. Это «математическое» время, необходимое для математического описания природы. Поэтому оно нуждается в тщательном определении, не допускающем двусмысленности.

В отличие от этого: «Относительное, кажущееся или обыденное время есть или точная, или изменчивая, постигаемая чувствами, внешняя, совершаемая при посредстве какого-либо движения мера продолжительности, употребляемая в обыденной жизни вместо истинного математического времени, как-то: час, день, месяц, год».

Очень скрупулёзно и громоздко, чтобы избежать недоразумений, объяснено, как — при помощи движений звёзд или стрелок часов, песка или воды — измерять продолжительность реальных событий.

Всё это сохраняет силу и по сей день повсюду, за исключением окрестностей звёзд или при наблюдении некоторых событий микромира.

Переходя к пространству, Ньютон пишет:

«Абсолютное пространство по самой своей сущности, безотносительно к чему бы то ни было внешнему, остаётся всегда одинаковым и неподвижным.

Место есть часть пространства, занимаемая телом, и по отношению к пространству бывает или абсолютным или относительным».

Только Эйнштейн показал, что абсолютное пространство, по существу, не нужно для построения механики,

а поэтому является излишним в системе исходных постулатов. Но оно служило людям верой и правдой, не только не тормозя, но обеспечивая развитие науки в течение времени, прошедшего от Ньютона до Эйнштейна, от 1687 года — выхода «Начал» до 1905 года — выхода статьи Эйнштейна «Об электродинамике движущихся тел», где впервые изложена теория относительности, где впервые проведён полный анализ роли масштабов, часов и процессов измерения в построении физической теории.

Однако Ньютон был идейно очень близок к Эйнштейну. Он интуитивно чувствовал фундаментальную роль измерений: «Относительные количества не суть те самые количества, коих имена им обычно придаются, а суть лишь результаты измерений сказанных количеств... Геометрия основывается на механической практике и есть не что иное, как та часть общей механики, в которой излагается и доказывается искусство точного измерения».

Так думал Ньютон. Он далеко опередил своё время. Сформулированные им законы движения, написанные им уравнения дали людям гораздо больше, чем от них ожидал их творец. Этот творец был человеком, его труд, полученные им результаты кажутся сверхчеловеческими. Но и он не мог сделать всего. Таков закон развития науки. Это развитие безгранично. Поэтому даже такие гении, как Ньютон и Эйнштейн, освещают нам не только новые факты, но и бесконечные перспективы неведомого.

Интерес к «Началам» со временем не потух, как часто бывает с научными бестселлерами. В 1729 году этот труд Ньютона вышел на английском языке, а в 1759 году им заинтересовалась маркиза дю Шатле, друг Вольтера, и перевела книгу для французов.

И она, и Вольтер с большим напряжением следили за научной жизнью, за идеологической борьбой, в частности за перипетиями спора между ньютонианцами и

картезианцами. Вольтер, побывавший в 1727 году в Англии, так писал о «разладе» между английскими и французскими учёными, защищавшими своих «лидеров» — англичанина Ньютона и француза Декарта: «У нас, картезианцев, всё происходит вследствие давления, чего мы, простые смертные, не можем взять хорошенько в толк; у ньютонианцев, напротив, всё вызывается тягой, что столь же непонятно. Наконец, в Париже Землю изображают удлинённой у полюсов, подобно яйцу, в Лондоне же, напротив, Земля уплощена, как дыня».

Вольтер хоть и в шутливой форме, но точно и с большим пониманием характеризует особенности учения Ньютона и Декарта, несколько утрируя последствия разногласий.

«В Париже Вселенную видят наполненной эфирными вихрями; здесь же (в Лондоне) в том же мировом пространстве ведут свою игру невидимые силы. В Париже приливы и отливы морей вызываются давлением Луны; в Англии, напротив, моря тяготеют к Луне так, что в то самое время, как парижане ждут от Луны высокого стояния воды, граждане Лондона ожидают отлива».

... Ньютон в зените славы. Но он по-прежнему небогат, зависим, несчастлив. Он не может не вспоминать,

с какой тревогой ожидал приближения 1675 года, когда кончался срок его членства в Тринити-колледже. По уставу он должен был принять духовный сан или покинуть колледж. Но Ньютон, много писавший на теологические темы, опасался и того и другого. Нарушить устав можно было лишь по королевскому указу, и, вслед за ходатайством Ньютона, последовало разрешение свыше оставить его членом колледжа до тех пор, пока он будет занимать кафедру. Это обеспечило Ньютону возможность работать, но он жалуется своему другу, философу Локку: «Вижу, что мое дело — сидеть смиренно».

В 1695 году ученик Ньютона Чарлз Монтегю, впоследствии граф Галифакс, став канцлером казначейства, добился для Ньютона места хранителя Монетного двора. Да, гениальный учёный одновременно... хранитель Монетного двора, а затем его директор.

Начиная с 1703 года Королевское общество ежегодно избирает Ньютона своим президентом. В этом же году он оставляет кафедру и прекращает педагогическую деятельность. После «Начал» Ньютон не сделал значительных научных работ. Впрочем, он к этому времени уже совершил больше чем достаточно для самого выдающегося человека. Конец его жизни прошёл в заслуженном почёте.

Он погребён в Вестминстерском аббатстве. На его могиле строки поэта Попа:

Природа и её законы во тьме таились.

Бог рек: «Да будет Ньютон», и они озарились.

Самоотречение

О Ньютоне у физиков существует твёрдое и единодушное мнение: он дошёл до пределов познания природы в такой степени, в какой только мог дойти человек его времени. И в этом ключ к трагедии последних лет его жизни. В словах «человек его времени» и в словах «дошёл до предела».

Мы понимаем, почему он не понял и не мог объяснить ни природы света, ни природы тяготения. Мы знаем, как в расцвете сил Ньютон обходил вопрос о причинах, бесстрашно создавая вечное здание физики принципов. Но в старости его начинает тревожить и этот вопрос. Он констатирует: «До сих пор я объяснял движения небесных тел и движения океана силой тяжести, но нигде я не указывал на причину последней. Эта сила происходит от какой-то причины, проникающей без какого-либо ослабления своей мощи до самого центра Солнца и планет, и действие её распространяется во все стороны на неизмеримое расстояние. Мне ещё не удалось вывести из явлений основу этих свойств тяжести...»

Он, который всю жизнь боролся с беспочвенным фантазированием натурфилософов, он, высмеивавший утверждения без доказательств, верящий только опыту и математике, вдруг говорит о силе, которая невидимо управляет движением небесных тел без посредника и которую он не в состоянии назвать конкретно! Он ввёл в науку теорию, которая

приписывает природе новое необъяснимое, загадочное свойство. К чему свелась борьба с натурфилософами, которые в бессилии вынуждены были ограничиваться констатацией того, что материи свойственны магнетизм, теплота, подвижность, и не могли пойти дальше? Свелась к тому, что он, Ньютон, приписал ей, материи, ещё одно, не менее, если не более загадочное свойство притягивать другую материю на расстоянии! Это было почти возвращение в мрак невежества... в область чудесного...

Ньютон борется с собой, стараясь остаться беспристрастным, стараясь остаться объективным — только математиком и физиком — и не заглядывать за пределы возможного. Он снова и снова отстаивает своё право не строить гипотез, не доискиваться причин, а только констатировать. Высчитывать, но не объяснять. Но ему это не удаётся.

«Под словом „притяжение“ я разумею вообще стремление тел сблизиться, всё равно, является ли оно результатом самопроизвольного стремления тел друг к другу, или действия каких-либо духов, или действия эфира, воздуха или какой-либо иной среды, телесной или бестелесной, каким-либо образом направляющей друг к другу плавающие в ней тела».

Падение с вершины все стремительнее. Ньютон упоминает о духовной субстанции: «Силой и деятельностью этой духовной субстанции частицы тела взаимно притягиваются... Все чувства возбуждаются, и члены животных приводятся произвольно в движение её же колебаниями; последние распространяются от внешних органов чувств при посредстве твёрдых нервных нитей до головного мозга,

а отсюда передаются до самых мышц. Однако подобные вопросы не могут быть объяснены немногими словами; к тому же у нас нет ещё достаточного количества опытов для точного установления и доказательства закона, согласно которому действует всеобщая духовная субстанция».

Противоречивость, неуверенность, сомнения сопутствуют и самым выдающимся личностям. Казалось бы, Ньютон, который так здраво, так убедительно боролся с ошибками картезианского учения, никогда, никак, ни при каких обстоятельствах не может повторить их.

И что же? На старости лет он солидарен с картезианством в признании вездесущности бога.

Ньютон, как и Декарт, вводит бога в науку, в физическую теорию. Наверно, в молодости, восхищаясь безукоризненной логической позицией Декарта в одних вопросах, Ньютон со скептической улыбкой воспринимал те из декартовых страниц, где философ рассуждал о своём божественном происхождении, а следовательно, о своей заданной богом непогрешимости в познании природы. Он рассуждал логично, опираясь на свои знаменитые четыре правила: бог — олицетворение правды, я создан богом, значит, я создан для правды, следовательно, моё познание не может быть ложным, оно истинно. Истинно потому, что добыто разумом, которым наделил человека бог. (Как это похоже на мудреца древности Эмпедокла, который так верил в божественное происхождение своего разума и в то, что боги оберегают свое имущество, что не побоялся броситься в жерло вулкана! А ведь человечество стало старше и разумнее на двадцать столетий!)

Даже своим путём в науку Декарт считал себя обязанным богу. Однажды ночью, с 10 на 11 ноября 1619 года, ему приснился «вещий» сон. «Каким путём я пойду?» — вопрошал он. И ответ свыше гласил: «Путём энциклопедической науки». В эту зиму вдохновлённый Декарт написал труд о том, как избавиться от ошибок и овладеть истиной...

По Декарту, причина движения всякой материи в мировом пространстве — бог. Так как бог неизменен, то и количество движения, содержащееся во Вселенной, неизменно — уникальная формулировка закона сохранения энергии!

Декарт придумывает свой мир, о котором говорит: «Чтобы иметь возможность выражать свои мнения свободно, не следуя воззрениям, господствующим между учёными, и не опровергая их, я решил предоставить им земной мир для всяких препирательств и рассуждать только о том, что могло бы происходить в совершенно ином и новом мире, если бы бог в каком-либо другом месте пространства сотворил новые количества материи,

достаточные для образования мира, и сообщил различным частям этого вещества разнообразные движения. Затем богу оставалось бы только распространить свою обычную помощь на эту новую природу и позволить ей развиваться по её собственным законам».

По мысли Декарта, вначале бог равномерно наполнил мир материей. Этот океан материи был разделён на множество вихрей, вращающихся вокруг своей оси. Каждый вихрь — это частица или Солнечная система с планетами и звёздами. И таких солнечных систем во Вселенной множество.

Удивительное сочетание правильной интуиции, новаторства, нигилизма и веры в божественное предопределение. Смесь, достойная науки XVII века. Смесь, из которой потомкам предстояло выудить немало истинного, отбросить много ложного.

Ньютон со здоровым чутьём молодости безошибочно выловил из мешанины декартовых мыслей самые ценные: логические правила мышления. Их утратил угасающий разум стареющего Ньютона.

Не правда ли, удивительны зигзаги эволюции человеческого интеллекта?

Декарт начал с сомнения относительно истинности данных, добытых его предшественниками. И это понятно. Молодой свежий ум не любит авторитетов, не верит им. Непонятно другое: если Декарт верил в божественное происхождение разума, он не имел права усомниться в научном наследии других учёных. Не только он создан богом для правды. Предшественники Декарта тоже божьи создания. Как же можно усомниться в истинности их теорий, ведь они также внушены богом? Противоречия, противоречия, ещё раз противоречия. Зрелый Декарт идёт против молодого Декарта. Старый Ньютон идёт против молодого Ньютона; по следам Декарта.

Каков же итог?

В последние годы жизни Ньютон писал сочинения о пророке Данииле и толковал Апокалипсис. Он, раньше решительно возражавший против дальнодействия, теперь приписывает его богу: «... бог пребывает всюду, также и в вещах». «Это он является посредником между телами, он соединяет воедино составляющие мир тела...»

Современник Ньютона, Давид Грегори, записал 21 декабря 1703 года в своём дневнике: «Полная истина в том, что он верит в вездесущее божество в буквальном смысле. Так же как мы чувствуем предметы, когда изображения их доходят до мозга, так и бог должен чувствовать всякую вещь, всегда присутствуя в ней. Он полагает, что бог присутствует в пространстве, как свободном от тел, так и там, где тела присутствуют».

Человек, который на многие века утвердил в физике царство точного эксперимента и бескомпромиссность формул, конец жизни отдал самой голословной, самой ненаучной науке — теологии.

Так угас великий разум.

ОТ АВТОРА

Книга подошла к концу. Её объем не способен вместить всего, что могло бы непринуждённо объединиться под одной обложкой. Думаю, читатель вспомнит и о других примерах, которые расширяют наши представления о таких понятиях, как «прозрения», «заблуждения», «гениальный», «ошибочный»...

Действительно, кого из мыслителей следует отнести к великим, что нужно считать заблуждением? Бесспорно, ранжировка людей и событий весьма условна и в значительной мере произвольна. Если в книге встречаются прилагательные «великий», «знаменитый» или «известный», то они, по существу, определяются традицией. Ибо один велик объёмом своих трудов, другой — единственным достижением, определившим дальнейший ход развития науки. Ученый, имя и труды которого долго оставались в неизвестности, иногда становится популярным после того, как развитие науки по-новому освещает место и значение полученных им результатов.

Столь же условным оказывается во многих случаях понятие «заблуждение». Многочисленные примеры показывают относительность наших знаний.

Развитие человеческой мысли выявляет и, хочется надеяться, эта книга в какой-то мере иллюстрирует, как неразрывно связаны труды безвестных солдат и блистательных маршалов науки. Без мужества и трудолюбия первых невозможны успехи вторых. И как в любой армии, каждое наступление складывается из ряда удачных и неудачных атак, возглавляемых офицерами, смелость и талант которых определяют общий темп. Но никогда нельзя забывать, что без прорывов, осуществляемых отдельными смельчаками, продвижение армии замедлится или надолго затормозится.

Преемственность в науке сочетается с противоборством. Новое развивается, занимая место старого, а чаще — дополняя его.

Прозрения, обеспечивающие рывок вперёд, выход из тупика, далеко не всегда оказываются долговечными. Не многие из них навсегда остаются в сокровищнице науки. Большинство уступает место новым находкам или видоизменяется до неузнаваемости.

Истинные заблуждения в науке крайне редки. В великих заблуждениях есть зёрна истины, которые синтезируются в последующей теории, более полно описывающей мир.

... Каждый из нас, склонившись над учебником, невольно восхищался величию и стройностью науки. Но лишь тот, кто приучается отыскивать в учебнике не только факты и объяснения, но и неясности или положения, оставшиеся недоказанными, может рассчитывать стать первооткрывателем.

Большинству людей, в том числе крупным учёным, в конце прошлого века думалось, что физика достигла предела, что в главных направлениях её развитие закончено и осталось лишь уточнить некоторые детали.

Однако это благополучие длилось недолго. Как всегда, нашлись молодые головы, сумевшие увидеть слабые места под фундаментом многовекового, казалось, неколебимого здания науки. Они не усомнились в своём праве перестроить это здание.

Конечно, не следует думать, что революцию делают только юноши. Первый удар по тому, что получило наименование «классической физики», что долго было освящено авторитетом Ньютона, нанёс в канун XX столетия отнюдь не молодой, давно добившийся известности и придерживающийся весьма консервативных взглядов Макс Планк. Он сам был растерян, когда перед ним открылись лишь некоторые последствия сделанного им шага. В течение нескольких лет никто не решался ступить на новый путь.

Только после того как Альберт Эйнштейн, скромный сотрудник патентного ведомства, в течение одного года опубликовал несколько статей, каждая из которых потрясла различные бастионы классической физики, начался процесс, который вскоре назвали кризисом физики.

От былого совершенства и ясности, казалось, не осталось и следа. Всё стало зыбким и ненадёжным. Малодушные опустили руки, некоторые искали опору в догматах религии.

Истинные творцы продолжали работу. Они правильно уловили сущность кризиса науки и в неисчерпаемости природы нашли опору для оптимистического прогноза. Предвидение сбылось.

Армия учёных после короткого замешательства двинулась к новым победам.

Они шли разными путями. Каждый выбирал тропу по своему вкусу. Ведь эпоха универсалов закончилась. Одни дневали и ночевали в лабораториях. Другие проводили долгие часы за письменным столом, стремясь осмыслить тайны природы и расшифровать их при помощи математики. Учёные без устали задавали природе всё новые вопросы.

И природа становилась им всё яснее.

Почти всё из достигнутого ранее осталось в фундаменте сегодняшней науки. Её величественное здание снова разрослось ввысь и вширь. И будет расти вечно. Расти и развиваться, хотя и наши современники, и учёные будущих поколений не застрахованы от ошибок и заблуждений. И конечно, эти заблуждения будут не менее притягательными, зовущими к преодолению, чем допущенные предшественниками.

Заблуждения столь же неотвратимые элементы творческого процесса, как и прозрения.

«Если бы физики перестали ошибаться, узнав всё о Вселенной, исследования могли бы закончиться, перестав возбуждать умы» — пусть эти слова Эйнштейна и Инфельда ободряют нас в дальнейшей борьбе с могучими стихиями Вселенной.

ПОСЛЕСЛОВИЕ

Прочтена книга Ирины Радунской.

У каждого из нас она вызвала какие-то ассоциации, дала толчок мыслям, оставила разнообразные впечатления. Но она породила в нас и нечто общее — преклонение перед мощью титанов, на плечах которых мы стоим. Все мы, вместе с писательницей, преисполнились гордостью за человечество, сумевшее вырваться из тьмы пещер, от варварства к современной цивилизации.

Историю научной мысли представляют иногда цепочкой успехов — плавной линией, неуклонно стремящейся вверх. Мало кто отдаёт себе отчёт, что это лишь идеализированная кривая, срезающая углы истинной дороги к знанию. Провалы на этом пути, зигзаги — результаты неудач и ошибок. И если внимательно взглядеться в этот воображаемый график, можно заметить, что после спадов линия прогресса особенно стремительно взмывает вверх, свидетельствуя об активном преодолении тупиков.

Ирина Радунская анализирует влияние заблуждений учёных на ход эволюции науки. Она поняла, как важна и поучительна драматическая сторона борьбы человека за истину, та область человеческой деятельности, которая на нашем графике осталась ниже впечатляющей линии успехов. Мы увидели фундамент и строительные леса, поддерживающие здание цивилизации.

Почему нам, живущим в век научно-технической революции, находящимся на верхних ступенях прогресса, интересен именно такой подход к истории человеческой мысли? Потому что понимание прошлого помогает яснее видеть будущее.

Кроме того, нам, живущим в одной из передовых стран, выпала особая роль в истории. Ведь научно-техническая революция преобразует не только технический климат планеты. Она ведёт к изменению социальной и нравственной атмосферы. Сопровождает и поддерживает победное шествие передовых идей по земле. Вот почему мы должны быть особенно прозорливы в понимании механизма прогресса.

Разумеется, сегодня обитатели Земли достаточно образованны, чтобы знать: путь к лучшей жизни зависит от развития науки и техники. Известно и то, что это движение ведёт к изменениям структуры общества. Но человеку, мало знакомому с историей, может показаться, что, в отличие от социального прогресса, характеризующегося революционными скачками, наука и техника развиваются эволюционно, то есть непрерывно и постепенно. Однако это не так.

И наука, и техника тоже почти всегда развивались скачками. Только в прежние времена эти скачки происходили изолированно, в отдельных областях. И между прорывом на научном фронте и соответствующим изменением в технике, на производстве проходило подчас много времени. Ныне — столетие глобальных сдвигов. Современная научно-техническая революция отличается концентрацией резких изменений, охватывающих практически все области науки и техники. Вот что сделало науку непосредственной производительной силой общества.

Поясню свою мысль примерами.

Изобретение паровой машины привело к промышленной революции. Мануфактура сменилась фабричным производством. Предприятия смогли оторваться от рек, единственного источника энергии в предшествующие века. Но как медленно, можно сказать ощупью, развивалась паровая машина, пока не возникла термодинамика, установившая основные принципы действия тепловых машин.

Новый скачок — изобретены динамо-машина и электромотор. Новый взлёт прогресса

— ведь теперь потребитель энергии отделен не только от рек, но и от источника энергии. Последствия этого скачка нам хорошо известны. А ведь произошёл он лишь после того, как наука объяснила существо электромагнитных сил. До того практическое значение электрических и магнитных явлений было минимальным.

Написанное выше может показаться не связанным с книгой Ирины Радунской. Я действительно привёл примеры, которых нет в книге. Но в ней есть другие, относящиеся к другой эпохе, к другим областям науки. Все эти примеры, их общность только подчёркивают преемственность прогресса, акцентируют мысль о скачкообразности развития идей, подготавливают современного молодого человека к осознанию характера, причин и следствий глобальных изменений, возникающих в нашем веке.

Я учёный, поэтому сосредоточил своё внимание на научно-технической стороне прогресса. Ирину Радунскую больше интересуют психологические следствия развития знаний, отражение научно-технического прогресса в сознании людей. Её заботит формирование этого сознания.

Хочется подчеркнуть, что книга «Предчувствия и свершения», несмотря на то что обрывается на первой значительной вехе — создании классической физики, пронизана современностью. В ней непрерывно происходит переключка времён, проверка прошлого настоящим. Оценка событий подсказана единственно верным критерием: позицией исторического материализма.

Коллизии времени, его потребности, противоречия переплетаются с личными судьбами людей, творящих научный прогресс. Человечны, приближены к нам, психологически верны образы таких титанов, как Аристотель, Архимед, Леонардо да Винчи, Галилей, Коперник, Ньютон...

Они действительно великаны.

И они — только люди, со своими слабостями, безотчётными порывами и просчётами.

Насколько я знаю, ни один литератор не решался препарировать ошибки великих учёных. Может быть, писать о достижениях приятнее, возможно — легче. Но недаром народная мудрость гласит: на ошибках учатся. Ирина Радунская правильно решила, что ошибки великих людей особенно поучительны. И написала для нас эту книгу.

Она связала в тугие узлы ошибки и находки. Подчеркнула: великие ошибки — перепутья, к которым стекаются многочисленные дороги и дорожки, чтобы затем вновь разойтись, увлекая к далёким целям.

Нет нужды детализировать, пересказывать прочитанное. Вряд ли требуется что-либо растолковывать. Надеюсь, что путешествие Ирины Радунской по тропам науки не закончено, и я даже знаю, что она пишет продолжение этой книги, уверен — она сумеет показать нам ещё много интересного и полезного.

Академик А.И. Берг