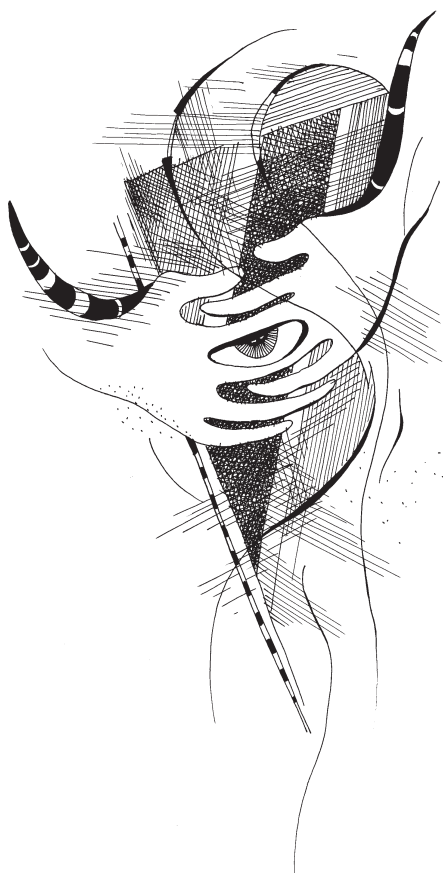


Размышления

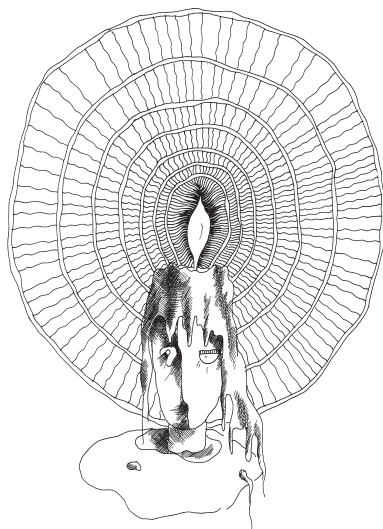


*Не то, что мните вы, Природа:
Не слепок, не бездушный лик.
В ней есть душа, в ней есть свобода,
В ней есть любовь, в ней есть язык.*

*(1836 г.)
Ф. Тютчев*

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

*(1869 г.)
Ф. Тютчев.*



Глава двадцать первая



Возникновение научного метода
Сущность и развитие научного метода
Истинность и полнота научной картины мира
Границы научного метода
Наука и искусство
Наука, философия, религия
Наука и человечество
Ценность науки
Будущее науки

Идея прогресса как символ веры в неограниченное нравственное и умственное совершенствование природы человека оформилась в V веке в трудах Блаженного Августина. Эта столь привычная теперь идея в корне отличается от античных учений о смене веков — от золотого до железного — и ещё более древних представлений о круговороте периодов расцвета и упадка человечества. В XVIII веке идея прогресса обрела философское и научное основание и, дополненная верой в поступательное социальное развитие, получила всеобщее признание.

Знание — настолько ценная вещь, что его не зазорно добывать из любого источника.

Фома Аквинский

То, что мы знаем, — ограничено, а то, что мы не знаем, — бесконечно.

Апулей

Движущей силой прогресса стала наука: «*Scientia potentia est*» — «Знание — сила». Эти крылатые слова Фрэнсиса Бэкона повторяют уже четыре столетия, хотя теперь уже и без былой гордости: в наше время они приобрели устрашающую наглядность. Наука, которая в продолжение четырёх веков питала и утверждала идею прогресса, теперь не только определяет его пределы, но также и даёт надежду преодолеть с её помощью грядущие проблемы будущих поколений. Наука бесстрастно свидетельствует, что через 50–100 лет на Земле иссякнут запасы нефти и газа, а ещё через 300–500 лет — запасы угля; что при нынешних темпах загрязнения наша планета уже в будущем столетии станет непригодной для жизни; что на Земле сейчас освоено 55 % годных к обработке почв и 15 % пресных вод и что она способна прокормить и согреть лишь в два раза больше людей, чем живёт теперь.

Человек впервые сталкивается с проблемами такого глобального, по существу, космического масштаба, и никто не может предсказать, как он с ними справится. Похоже, для этого должно измениться мироощущение всего человеческого сообщества, и сейчас мы находимся на пороге крутого поворота в сознании людей, значимость которого можно сравнить только с религиозными переворотами прошлых эпох.

«Человечество околдовано неудержимым движением науки, и только искусство способно вернуть его к реальности», — сказал однажды Бернард Шоу с присущим ему блеском. Могущество современной науки поражает даже искушённый ум: она расщепила атомное ядро, достигла границ Вселенной, открыла законы наследственности... Но в обстановке всеобщего восхищения результатами науки не всегда понимают, в чём суть научного метода, истоки его силы, и, тем более, не представляют себе его границ.

Однажды в пылу спора один физик заявил: «В принципе, для описания даже такой сложной системы, как человек, достаточно знать закон Кулона и уравнения квантовой механики». Такие утверждения в науке — не новость. Чтобы поднять Землю, Архимеду было достаточно рычага, а Лаплас брался предсказать будущее мира, если ему дадут начальные координаты и импульсы всех частиц во Вселенной. И хотя такая вера в законченность и всемогущество науки всегда привлекательна, надобно всё-таки помнить предостережение Роджера Бэкона, которое сегодня так же верно, как и семьсот лет назад: «Если бы человек жил в смертной юдоли даже тысячи веков, он и тогда бы не достиг совершенства в знании; он не понимает теперь природы мухи,

Афины открыли две полезные вещи: пшеницу и свободу, но умели воспользоваться только первой, а вторую лишь злоупотребляли, да и то короткое время.

Аристотель

а некоторые самонадеянные доктора думают, что развитие философии закончено!»

Ослепление успехами точного знания, повсеместное ещё полвека назад, на наших глазах сменяется отрезвлением и спокойным анализом результатов науки. Квантовая физика — изощрённое знание и редкое умение человека, особо почитаемое в XX веке: практически все впечатляющие достижения науки и технологии наших дней так или иначе с ней связаны. Следует, однако, помнить, что это лишь небольшая, хотя и очень важная часть общечеловеческой культуры, и только в этом контексте можно понять её истинное место и роль в развитии нынешней цивилизации.

Возникновение научного метода

Мы утратили знания древнейших времён, до нас дошли только их осколки. Но они бессистемны, чужды нам по духу и кажутся наивными. У истоков нынешней науки стоят древние греки. Они наши предшественники не только по времени, но и, что самое главное, по духу. Греки изобрели *доказательство*. Ни в Египте, ни в Месопотамии, ни в Китае такая идея не возникала, быть может, потому что все эти цивилизации были основаны на безусловном подчинении верховной власти. В таких условиях даже сама мысль о возможности разумных доказательств кажется крамольной.

В Афинах впервые за всю мировую историю возникла демократия. Не надо её особенно идеализировать: она расцвела на труде рабов, изгнала философа Анаксагора, а мудреца Сократа отправила на смерть (у Платона, его знаменитого ученика, было три раба и одна рабыня). Тем не менее, в Древней Греции была достигнута всеобщая грамотность и сложились условия, при которых стал возможен свободный обмен мнениями между свободными членами общества, и это привело к небывалому расцвету искусств и наук. Сама идея атома возникла в Греции как предел делимости людской массы на отдельные самостоятельные индивиды («ин-дивид» — это латинский эквивалент греческого «а-томос» — неделимый). Цель науки философы Греции видели не в практических её приложениях (они их стыдились), а в том чувстве гармонии, которое сообщает человеку всякая законченная философия. (Архимеду приписывают изречение: «Низко всё, что имеет практическое значение», — повседневными заботами занимались в то время рабы.)

В последующие полторы тысячи лет потребность рационального познания природы совершенно угасла: в это время



*Вы верите, что науки
могли бы возникнуть
и стать великими,
если бы до этого не
было магов, алхимиков,
астрологов и колдунов,
которые жаждали тай-
ных и запретных сил?*

Фридрих Ницше

*Вера, не просветлённая
разумом, недостойна
человека.*

Пьер Абеляр

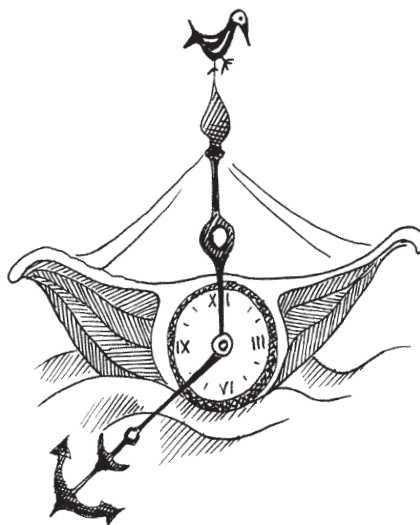
религия давала исчерпывающие ответы на все вопросы бытия, которые не подлежали ни критике, ни даже обсуждению, а всё образование было церковным.

В 1088 г. в Болонье возник первый университет, в 1215 г. появился университет в Париже, вслед за этим были основаны Оксфорд и Кембридж, а незадолго до этого сочинения Эвклида перевели на латинский язык. (Крестовые походы также немало способствовали расширению границ культурной ойкумены средних веков.)

Подчиняясь внутренним законам развития, Европа всего за два века возродила зачатки древних знаний, более десяти веков до того бывших в небрежении. В XIV — XV вв. в умах людей произошёл поворот от религиозной предопределённости к стремлению осознать своё место в мире и попыткам понять его рациональное устройство без ссылок на чудеса и божественное откровение. Этот удивительный период истории Европы остался в памяти людей как эпоха Возрождения. Вначале переворот носил аристократический характер, но изобретение книгопечатания (1440 г.) распространило его на все слои общества. Суть перелома — освобождение от давления церковных авторитетов и переход от средневековой веры к знанию нового времени. Церковь всячески противилась новым веяниям, она строго судила философов, которые признавали, что есть вещи истинные с точки зрения философии, но ложные с точки зрения веры: «как будто в противовес истине, заключённой в Священном Писании, может находиться истина в книгах язычников».

Главная наука средних веков — теология — возникла как метод логического согласования противоречий в Священном писании и трудах отцов церкви. Однако французский богослов и ревностный адепт теологии Пьер Абеляр (1079—1142) был дважды осуждён церковным собором: его девиз «понимаю, дабы верить» был для церкви неприемлем, кредо карфагенянина Тертуллиана (155—220) «верую, ибо нелепо» или Блаженного Августина (354—430) «уверую, дабы уразуметь» были ей явно ближе. Но объём знаний стремительно рос, и их уже не удавалось согласовать с направлением мыслей средневековых умов.

В воскресенье, 7 сентября 1522 г. капитан Элькано привёл в Испанию остатки первой кругосветной экспедиции Магеллана и обнаружил, что в его судовом журнале значится суббота, 6 сентября. Это было первое крупное экспериментальное открытие нового времени и стоило оно дорого: на него ушло три года, погиб капитан, 185 матросов и потеряно четыре корабля. Объяснить, куда пропал целый



*Кто научился размыш-
лять, тому трудно
веровать.*

Лев Толстой

день, можно было достаточно просто, вспомнив древнее учение одного из учеников Платона и Аристотеля Гераклита Понтийского (388—315 до н.э.), который утверждал, что Земля — круглая и вращается вокруг своей оси, и Аристарха Самосского (310—230 до н.э.), который уже знал, что Земля вращается вокруг Солнца и даже оценил размеры Земли, Луны и Солнца и их взаимные расстояния. Однако за 18 веков эти знания были утрачены и только Николай Коперник (1473—1543) возродил это учение: перед смертью он издал трактат «О вращении небесных сфер». Но в 1616 г. церковь запретит его учение как ересь, и даже в 1633 г. Галилей, стоя на коленях и в рубище перед судом инквизиции, будет вынужден от него отречься. (Свою неправоту церковь признает только через 350 лет, когда Римским папой под именем Иоанн Павел II станет просвещенный соотечественник Коперника.)

Если отвлечься от политических и личных страстей времени, в которое жил Галилей, становится ясно, что судили его не только за сочувствие системе Коперника: похожие мысли столетием раньше излагал кардинал Николай Кузанский (1401—1464) и остался безнаказанным. Но учёный кардинал **утверждал** их, ссылаясь на авторитеты, как то и подобает верующему, а Галилей — **доказывал**, как того требует наука, то есть предлагал проверить их каждому,

Только средний уровень обеспечивает миру устойчивость, только крайние выражения — смысл.

Стефан Цвейг

Я не обязан верить, что один и тот же Бог одарил нас чувствами, здравым смыслом и разумом — и при этом требует, чтобы мы отказались от их использования.

Галилео Галилей

опираясь лишь на опыт и здравый смысл. Именно этого не могли простить ему служители церкви.

Галилей опередил свой век: за 14 лет до его осуждения и через три года после запрещения церковью учения Коперника Иоганн Кеплер, больше других сделавший для научного доказательства справедливости его системы, писал в заключение своего труда «Космическая гармония»: «Благодарю тебя, Господи, Создатель наш, за то, что ты дал мне зреть красоту Твоего создания... Все, что ограниченные силы моего ума позволили мне понять в величии дел Твоих, я возвестил людям, которые прочтут мои доказательства и рассуждения». Такая форма изложения научных результатов не вызывала сопротивления церкви: в то время природа мыслилась как творение Бога, изучать которое независимо от Творца — немислимо.

Принципы научного знания и *метод*, позволяющий их осуществить, начали искать задолго до возникновения современного естествознания. Уже в XIII веке Роджер Бэкон (1214—1294) в своем знаменитом трактате писал: «Существует естественный и несовершенный опыт, который не сознаёт своего могущества и не отдаёт себе отчёта в своих приёмах: им пользуются ремесленники, а не учёные... Выше всех умозрительных знаний и искусств стоит умение производить опыты, и эта наука есть царица наук. Философы должны знать, что их наука бессильна, если они не применяют к ней могущественную математику... Невозможно отличить софизм от доказательства, не проверив заключение путём опыта и применения».

В 1440 г. Николай Кузанский написал книгу «Об учёном незнании», в которой настаивал, что все познания о природе необходимо записывать в цифрах, а все опыты над нею производить с весами в руках. Утверждение новых взглядов происходило медленно. Например, арабские цифры вошли в употребление уже в XII веке, но даже в XVI веке вычисления повсеместно производили с помощью особых жетонов, которые были ещё менее совершенны, чем конторские счёты нашего недавнего прошлого.

Настоящую историю научного метода в естествознании принято начинать с Галилея и Ньютона. Согласно той же традиции Галилео Галилей (1564—1642) считается родоначальником экспериментальной физики, а Исаак Ньютон (1643—1727) — основоположником теоретической физики. Конечно, в их время не было такого разделения единой науки физики на две части, не было даже самой физики: она называлась тогда натуральной философией. Но такое разде-

*Стремление познать
суть вещей дано человеку
как бич наказующий.*

Царь Соломон

ление имеет глубокий смысл: оно помогает понять особенности научного метода и, по существу, эквивалентно делению точной науки на опыт и математику, которое сформулировал уже Роджер Бэкон. Триста лет спустя Фрэнсис Бэкон (1561–1626) и Рене Декарт (1596–1650) подвели итог начального этапа становления научного метода. В 1665 году в Лондоне начал выходить первый регулярный научный журнал, — через четверть века после смерти Галилея и в тот самый год, когда Ньютон, спасаясь от чумы в родительском доме в деревне, открыл закон всемирного тяготения, заложил основы дифференциального исчисления и разложил в спектр солнечный луч.

Сущность и развитие научного метода

Человеку дана способность познания явлений, т.е. умение находить связи между ними и устанавливать последовательность причин и следствий. На каждом этапе истории он реализовал эту способность по-разному, — в зависимости от того, что считала главным эпоха и каких ответов она требовала от своих лучших представителей. XX век — век науки, и сегодня она по-прежнему — главный арбитр во всех спорах. Мы настолько привыкли отождествлять понятия «знание» и «наука», что не мыслим себе иного знания, кроме научного. В чём его сущность и особенности?

Наука имеет два истока: опыт счастливых изобретений и способность человека обобщать свои наблюдения. Колесо изобрели задолго до всякой науки. Точно так же паровая машина и громоотвод — это ещё не наука, хотя важность этих изобретений — вне всяких сомнений. Предметом науки они станут только после Карно и Клаузиуса, Фарадея и Максвелла, которые заложили основы термодинамики и создали учение об электромагнитном поле.

Отличительный признак любого крупного научного открытия — появление новых понятий. Основные формулы теории относительности были написаны Лоренцом до Пуанкаре и Эйнштейна. Но Пуанкаре и Эйнштейн ввели понятие «относительность», которое позволило естественно объяснить парадоксальные следствия этих формул. Точно так же Клаузиус ввёл понятие «энтропия», Фарадей и Максвелл — понятие «электромагнитное поле», а Планк — понятие «квант».

Наука отличается от изобретательского дара способностью объяснять и предсказывать явления на основе установленных физических законов. Лишь после открытия законов

*Стыдно должно быть
тому, кто пользуется
чудесами науки, вопло-
щёнными в обыкновенном
радиоприёмнике и при
этом ценит их так же
мало, как корова те
чудеса ботаники, кото-
рые она жуёт.*

Альберт Эйнштейн

Страх перед возможностью ошибки не должен отворачивать нас от поисков истины.

Клод Гельвеций

Ньютона появилась небесная механика, которая позволила Лавуазье и Адамсу указать астрономам точку на небе, где им следует искать планету Нептун. И только научный метод позволил Менделееву предсказать свойства ещё неоткрытых химических элементов, а Герцу открыть электромагнитные волны, предсказанные Максвеллом.

Коротко суть научного метода можно суммировать следующим образом: он позволяет добыть такие знания о явлениях, которые можно проверить, сохранить и передать. А наука физика изучает не вообще всякие явления, а только те из них, которые повторяются. Её главная задача — отыскать законы, согласно которым эти явления протекают. В разное время наука достигала этой цели по-разному.

Древние греки внимательно наблюдали явления и затем с помощью умозрения пытались проникнуть в гармонию природы, опираясь только на данные чувств, накопленные в памяти. В период Возрождения стало очевидно, что поставленная цель не может быть достигнута только с помощью пяти чувств, — необходимы приборы, которые суть не что иное, как их продолжение и обострение. При этом сразу же возникли два вопроса: насколько можно доверять показаниям приборов и как сохранить информацию, полученную с их помощью?

Вторая задача была вскоре решена изобретением книгопечатания и последовательным применением математики в естественных науках. Значительно труднее оказалось разрешить первый вопрос — о достоверности знаний, полученных с помощью приборов. По существу, окончательно он не исчерпан до сих пор, и вся история научного метода — это история постоянного углубления и видоизменения этого вопроса.

Довольно скоро поняли, что показаниям приборов можно доверять, то есть они отражают что-то реальное в природе, существующее независимо от них. (В конце концов убедились, например, в том, что пятна на Солнце — это пятна именно на Солнце, а не дефекты зрительной трубы, с помощью которой они были открыты.) В период расцвета экспериментальной физики были накоплены все те знания, на основе которых в конце XIX века произошёл мощный скачок техники.

Однако объём знаний стремительно рос, и в какой-то момент люди перестали понимать, как соотносить числа, полученные с помощью приборов, с реальными явлениями в природе. Этот период в истории естествознания на рубеже XX века известен как кризис в физике.

Теория без практики и практика без теории есть ничто.

Протагор

*Наука — это истина,
помноженная на сомнение.*

Поль Валери

Причин кризиса было две. С одной стороны, приборы слишком далеко ушли от непосредственных ощущений человека, и поэтому интуиция, лишённая образной основы наблюдаемых фактов, не давала простой картины изучаемых явлений. Тем самым были исчерпаны возможности наглядной интерпретации данных опыта. С другой стороны, не существовало логической схемы, которая помогла бы упорядочить научные факты и без ссылок на интуицию привести к таким наблюдаемым следствиям, против которых не мог бы возразить даже здравый смысл. Это была плата за строгость научного метода: в стремлении к объективности и однозначности описания единой Природы из науки вначале удалили Бога, потом — человека, и, наконец, его непосредственные ощущения.

Кризис преодолели на втором пути: по-прежнему доверяя показаниям приборов, изобрели новые понятия и новые логические схемы, которые научили по-новому относиться к этим показаниям. Именно в этот момент особое значение приобрела теоретическая физика. Решающую роль в ломке устоявшихся понятий сыграла квантовая физика. Она не только дала власть над совершенно новым миром квантовых явлений, но и убедила в том, что показания приборов не простая фотография явлений природы: они лишь отражают и закрепляют числами разные грани явлений и только вместе с нашими толкованиями этих показаний получают смысл и значение. С течением времени эти знания совершенствуются и позволяют нам объяснять и предсказывать всё более тонкие явления природы. С этим согласны теперь почти все физики. Однако, как и все люди, они хотят понять больше: насколько полна картина мира, нарисованная наукой?

*Человеческий разум,
предоставленный самому
себе, не заслуживает до-
верия.*

Фрэнсис Бэкон

Вопрос этот не научный, а скорее философский. Он возник во все времена, но впервые чётко был сформулирован в учении Платона об идеях. Согласно Платону, каждому явлению в Природе соответствует идея, его сущность, свободная от несовершенства её конкретных воплощений. Подобно тому, как геометрия представляет идеальные свойства реальных фигур — независимо от того, напечатаны ли они в учебнике или начертаны на песке. Платон уподобил учёных узникам, прикованным в пещере спиной ко входу так, что они не видят освещённых предметов, находящихся у них за спиной, а только их тени, движущиеся на стене перед ними. Он признавал, что даже в этих условиях, внимательно наблюдая движение теней, можно научиться предугадывать поведение тех тел, тени которых видны на стене.

*Природа не дала нам
познания предела вещей.*

Цицерон

*Истина не может проти-
воречить истине.*

Джордано Бруно

Но знание, приобретённое таким способом, бесконечно далеко от того, которое получает освобождённый узник, выйдя из пещеры.

«Не думаешь ли ты, что, вспоминая о своей первой жизни, о той мудрости и о тех узниках, он сочтёт свою перемену счастливой, а о других (оставшихся в пещере) будет жалеть?.. Вспоминая также о почестях и похвалах, которые возданы были друг другу, и о наградах тому, кто с проницательностью смотрел на происходящее и лучше других замечал, что бывает сначала, что потом и что идёт вместе, и исходя из этого обладал особой способностью угадывать, что должно быть, — как ты думаешь, будет ли он желать того же и станет ли он завидовать людям, которые у них считаются почётными и влиятельными?» — спрашивает один из героев Платона.

Платону нечего возразить: окружающий мир и в самом деле богаче того, который мы в состоянии себе представить только на основе данных науки. Слепой от рождения может в совершенстве изучить оптику, но при этом он не будет иметь ни малейшего представления о том, что такое солнечный луч и как выглядит богатство весенних красок. Когда мы вступаем в мир квантовых явлений, все мы становимся похожими на слепых от рождения. Мы начисто лишены «квантового зрения» и вынуждены двигаться в непривычном мире осязая. Опыт показывает, что делаем мы это вполне успешно, и весь вопрос — в том, как далеко мы сможем продвинуться на этом пути. (Вначале был неделимый атом, потом оказалось, что он состоит из ядра и электронов, затем узнали, что ядро построено из протонов и нейтронов, и, наконец, вынуждены были признать, что они, в свою очередь, составлены из кварков... Что дальше?) Гёте в своем неприятии физики Ньютона опасался именно этого: он сомневался в её способности постичь «*Unum, Bonum, Verum* — Единое, Благое, Истинное».

Аристотель пришёл в академию Платона восемнадцатилетним юношей и провёл там семнадцать лет. Он глубоко почитал учителя, но не со всем в его учении был согласен. После смерти Платона он основал свою школу — Лицей. А в веках остался апокриф: «Платон мне друг, но истина дороже». (Изучая их спор через две тысячи лет, Ньютон написал: «Платон мне друг, Аристотель мне друг, но мой лучший друг — истина».) В отличие от Платона, для которого «идея» явления была априорным и недостижимым идеалом всякого знания, Аристотель настаивал, что идея — это конечный результат нашего опыта и размышлений, очищен-

Всю мою жизнь новые чудеса природы заставляли меня радоваться, подобно ребёнку.

Мария Кюри

ный от несущественных деталей. В древней Греции слово идея (*εἶδος*, эйдос) означало «образ», и когда мы создавали для себя «образ атома», мы, согласно воззрениям Аристотеля, формировали тем самым «идею атома», а на современном языке — формулировали понятие «атом». И все понятия квантовой физики — квант, атом, ядро, нуклоны, кварки — не прямые свидетельства наших органов чувств, а результат их абстракции и обобщения.

Наука добилась выдающихся успехов в деле изучения законов, по которым протекают явления Природы, однако вопросы о полноте физических знаний и о сущности явлений лежат вне физики и не могут быть разрешены её средствами. И в этом смысле она в точности следует «теории теней» Платона — даже с учётом сомнения Аристотеля. Но даже такое, ограниченное знание о Природе, насколько оно истинно?

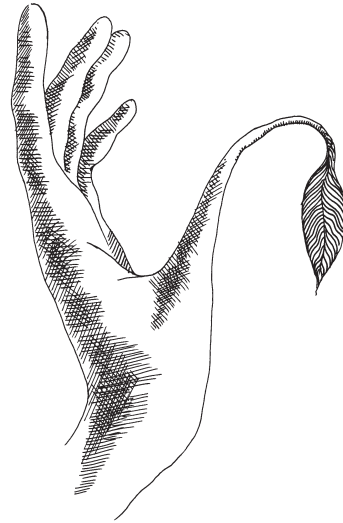
Истинность и полнота научной картины мира

Вопрос об истинности научной картины мира не может быть разрешён логически: мы доверяем науке, поскольку она позволяет нам объяснить и предсказать явления природы, а её конечные результаты не зависят от произвола познающей личности. Мы можем сомневаться в структуре образов науки: они зависят от способа общения и истории их возникновения. Но мы теперь достоверно знаем, что все земные и небесные тела построены из одних и тех же химических элементов и примерно в одинаковых пропорциях. Мы уверены даже, что законы природы, открытые на Земле, справедливы во всей Вселенной, и, следовательно, атом натрия всегда излучает одну и ту же *D*-линию, находится ли он на Земле, на Сириусе или в другой галактике. Это теперь признают почти все, и мало кто сомневается в истинности этих знаний. Сомнения возникают тогда, когда на основании твёрдо установленных, но частных фактов мы пытаемся создать целостную и непротиворечивую картину мира, согласную со всей совокупностью данных опыта и общей природой человеческого сознания. Наиболее часто возникает вопрос: насколько однозначна форма физических законов, в которую мы облачаем наше знание?

Учёный — не тот, кто даёт правильные ответы, а тот, кто ставит правильные вопросы.

Клод Леви-Стросс

Категорического ответа на этот вопрос не существует. Те, кто знаком с историей науки, знают, что в определённые периоды её развития бок о бок существовали две различные физические теории, каждая из которых считала себя истинной, и обе они одинаково хорошо объясняли известные



в то время явления. Однако та же история свидетельствует, что с течением времени новые опыты выбирали из двух теорий только одну, либо же на новом этапе обе теории сливались воедино на основе новых, более высоких принципов, — как это случилось с корпускулярной и волновой теориями света после рождения квантовой физики.

Факты и понятия науки могут показаться случайными хотя бы потому, что установлены в случайное время случайными людьми и часто при случайных обстоятельствах. Но, взятые вместе, они образуют единую закономерную систему, в которой число перекрёстных связей настолько велико, что в ней нельзя заменить ни одного звена, не затронув при этом остальных. Под давлением новых фактов система эта непрерывно изменяется и уточняется, но никогда не теряет целостности и своеобразной законченности. Нынешняя система научных понятий — продукт длительной эволюции: в течение многих лет (и веков) старые звенья в ней заменялись новыми, более совершенными, и даже истинно революционные открытия всегда возникали с учётом и на основе прежних знаний. Одним словом, наука — это не застывшая мёртвая схема, а живой развивающийся организм. И хотя все понятия науки — свободные творения человеческого разума, они не произвольны.

Мысль меняется в зависимости от слов, которые её выражают.

Блез Паскаль

Есть, однако, одно счастливое обстоятельство: каковы бы ни были наши мнения, им не изменить и не расстроить законов природы.

Майкл Фарадей

Вся наша наука перед лицом реальности выглядит примитивно и по-детски наивно — и всё же это самое ценное, что у нас есть.

Альберт Эйнштейн

Эволюция системы научных понятий — такой же бесконтрольный, но закономерный процесс, как и эволюция животного мира. Можно мыслить его другим в частностях, можно удивляться его странным особенностям, но нельзя представить его целиком иным. Неизвестно, как возникло первое понятие и первый организм, но, хотя законы эволюции до сих пор не вполне ясны, мы знаем, что каждый новый её шаг зависел от всех предыдущих.

Мы рождаемся в мире сформировавшихся видов и установившихся понятий. Можно вывести новую породу лошадей или заменить одно понятие другим, которое больше соответствует научным фактам. Однако вопрос об истинности или ложности всей системы человеческих знаний лежит вне сферы науки и не может быть разрешён её средствами. Более того, вопрос этот лишён смысла. Наука создана человеком и для человека, и вся система её понятий придумана так, что она соответствует природе человеческого сознания. Конечная же цель понятий — объяснять и предсказывать явления, воздействующие на наши органы чувств или на их продолжение — приборы.

Быть может, где-то во Вселенной существуют разумные существа с иными органами чувств и другой структурой сознания. Почти наверное их система понятий отлична от нашей. Но даже если мы будем в состоянии понять её настолько, чтобы сравнить с нашей собственной, мы не сможем заключить из этого сравнения, что она ложна. Наоборот, она всегда истинна, если даёт своим органам чувств правильные предсказания. Наши научные знания о мире — это реальные тени реальных явлений природы. Тени, которые они отбрасывают, освещённые светом нашего сознания. И подобно тому, как один и тот же предмет отбрасывает различные тени в зависимости от угла, под которым он освещён, — точно так же система научных знаний, созданная разумной жизнью другой планеты, может отличаться от нашей. Быть может, когда-нибудь мы сможем сравнить эти «сознательные тени» и, как узник Платона, вырвавшийся из пещеры, восстановить по ним истину во всей полноте и блеске. (Так по нескольким плоским чертёжным проекциям детали опытный мастер изготавливает её целиком.) Но пока этого не случилось, мы должны развивать нашу теоретическую науку: при всём своём несовершенстве это пока единственный надёжный способ проникнуть в глубь наблюдаемых явлений.

Мир существует независимо от нашего сознания и ему нет никакого дела до того, как мы, часть этого мира, пред-

Истина открыта для всех, ею никто не завладел.

Сенека

ставляем себе внутренние механизмы его внешних проявлений. Это важно только для нас самих. Всё дело в другом: как далеко мы можем продвинуться на этом пути? И до каких пор сможем уточнять наши представления о причинах наблюдаемых явлений? Вместо вопроса о физической реальности мы должны решить вопрос о границах научного метода, который после открытия квантовой физики стал особенно актуален.

Границы научного метода

В нынешнем понимании этого слова наука существует не более 500 лет, а понятие «учёный» в современном значении появилось впервые лишь в 1840 г. в сочинениях Уильяма Уэвелла, автора знаменитой в свое время «Истории индуктивных наук». За такой ничтожный срок человек открыл и освоил Землю, научился летать, видеть собеседника на другой стороне Земли, ступил обеими ногами на Луну и, запрокинув голову, посмотрел оттуда на Землю.

Научный метод преобразовал мир, в котором мы живём: он населил его машинами, впервые накормил людей и защитил их от болезней. Наука кардинально изменила образ жизни и сознание цивилизованных народов, их отношение к миру, способ мышления и даже моральные категории. Главная черта новой философии жизни — ощущение непрерывных изменений в мире и, как результат этого ощущения, стремление узнать и понять окружающий мир, чтобы должным образом ответить на его изменения. Современный человек скептически относится к раз навсегда установленным принципам, он не верит в окончательность любого знания и каждую минуту находится в состоянии поиска оптимальных решений.

Даже известное известно немногим.

Аристотель

Поворот в умах, вызванный открытием научного метода, можно сравнить только с великими религиозными переворотами прошлого. На основе успехов научного метода возникла и укрепилась новая вера — вера в науку: от неё ждут ответов на все вопросы жизни, её приговоры считают окончательными, а число её адептов в недавнем прошлом росло быстрее, чем армия буддийских монахов на Востоке в прежние времена. Страны Запада, воспринявшие эту новую веру, далеко обогнали прежде цветущие страны Востока. Всё это оказалось возможным благодаря простому открытию: суть многих явлений природы можно записать в виде чисел и уравнений, устанавливающих связи между этими числами.

*Всё, что познаётся,
имеет число, ибо невоз-
можно ни понять ничего,
ни познать без него.*

Пифагор

Как всякий последовательный метод, научный метод имеет свои преимущества, область действия и границы применимости. Сидеть на берегу моря и смотреть, как Солнце совершает по небу свой круг, не считалось в древности занятием, недостойным мужа. С тех пор многое изменилось; индуктивные науки пришли на смену чистому умозрению и принялись «поверять алгеброй гармонию».

Далеко не всё в мире можно разложить на элементы и представить в виде формул и чисел, но не стоит огорчаться по этому поводу: ведь это означает просто, что мир богаче и сложнее, чем его образ, даваемый наукой. С точки зрения точных наук гений и убийца — неразличимы, ибо можно строго научно доказать, что оба они состоят из совершенно одинаковых атомов. Достижения индийских йогов — экспериментальный факт, многократно проверенный. Однако этот феномен слишком индивидуален, чтобы стать объектом точной науки: наука в состоянии познать только те явления, свойства которых можно оценить числом. Но никакая наука не в силах объяснить нашу радость при виде улыбки ребёнка, — все это надобно помнить, чтобы не погрязнуть в «учёном невежестве».

На фоне этих примеров квантовая механика должна показаться совсем простой наукой. В самом деле, об атоме водорода мы знаем так много, что можем предсказать все его наблюдаемые свойства. Значительно труднее, но всё-таки можно рассчитать свойства молекулы водорода. Но уже свойства молекул белка мы предсказать не в состоянии. А тем более человека, построенного из этих белков, во всей его неповторимости.

Одним словом, наука — это полезно и даже необходимо, но нельзя обращать нужду в добродетель и подчинять ей всё только на том основании, что сегодня без науки представить себе жизнь невозможно. Наука — это специальное знание, достаточно плодотворное, чтобы стать всеобщим. На основе этого знания вырос и развивается своего рода коллективный разум, если и не бессмертный, то сравнительно долговечный. Как долго он проживёт и где границы научного метода — пока неясно, однако то, что они существуют — несомненно.

Есть цифра, а есть число.

Лоренцо Валла

«Что есть истина?» — вопрошали все мыслители с момента осознания способности человека познавать мир явлений. Однако все попытки установить однозначную связь между чувственными восприятиями и логическими понятиями на протяжении всей истории мысли оказались тщетными. Религиозное сознание отказалось от поисков такой свя-

Спрашивать о причине вещей — то же, что искать начало бесконечного.

Демокрит

Добиваясь гармонии человеческой жизни, никогда не следует забывать, что на сцене бытия мы сами являемся как актёрами, так и зрителями.

Нильс Бор

зи и вместо этого ввело постулат о божественном порядке во Вселенной, которому подчинены как сами явления, так и мысль, их познающая. Явление и его восприятие в этом случае неразделимы.

Алхимики это различие осознали, но полагали, что связь между явлениями и понятиями можно установить с помощью мистических символов. Более того, при этом они были высокомерно уверены, что таким способом постигают непосредственно сущность явлений, минуя ненадёжные эмпирические свидетельства их чувственного восприятия. Разделив непосредственное восприятие явлений и их логический анализ, они тем самым сделали первый шаг в научном познании мира, но при этом подверглись нападкам с обеих сторон: церковь считала их чернокнижниками, которые посягают на миропорядок, установленный Богом, а нарождающаяся наука для установления связи между явлениями и понятиями вместо мистических символов выбрала математику.

Но и наука не смогла дать ответа на вопрос об истоках таких основных физических понятий, как пространство, время, вещество, сила. После Платона на протяжении двух с половиной тысяч лет мыслители различных эпох вновь и вновь возвращаются к этому вопросу. Алхимик Парацельс был уверен, что существуют изначальные знаки вещей (*signatura rerum*). В новое время «прообразы» Иоганна Кеплера, «врождённые идеи» Иммануила Канта, «архетипы» Карла Юнга по мере развития науки (и с учётом её достижений) детализируют первоначальное учение Платона об идеях, не меняя его сути. Знанием становится только опыт и чувственные восприятия, прошедшие через горнило логики. Но пропасть между явлениями и понятиями, им соответствующими, между объективным наблюдением и субъективным суждением, между сознательным и бессознательным преодолеть логическим путём так и не удалось и, похоже, это невозможно в принципе.

Вольфганг Паули, который глубоко вникал в эту проблему, полагал, что соотношение между чувственным опытом и логическим знанием можно представить себе в рамках концепции дополнительности Бора. В частности, он допускал, что «сознательное» и «бессознательное» в процессе формулировки понятий и принятия решений взаимно дополняют и ограничивают друг друга, а сам процесс носит статистический характер. Похоже, что тайна человеческого сознания — это и есть тот предел, который современный научный метод преодолеть не сможет: бьющийся нерв мысли остановить и рассмотреть невозможно.

Наука и искусство

На одном полюсе — гуманитарии, на другом — учёные. Между ними — бездна взаимного непонимания.

Чарльз Сноу

Нигде так отчётливо не видна ограниченность науки, как при попытках её методами понять секрет искусства. Наука «всё знает» о рояле: число, качество и длину струн, породу дерева, состав клея и мельчайшие особенности его строения. И тем не менее она не в состоянии объяснить, что происходит с этим полированным ящиком, когда к нему подходит большой артист. Да это и не нужно: человеку, который плачет над книгой, по большей части всё равно, какими средствами добился этого автор. Конечно, он может прочесть затем критический труд вдвое толще книги, его поразившей, но всё это напоминает препарирование трупов в анатомичке: специалистам оно необходимо, а большинству людей неприятно.

«Чтобы презирать пение и танцы, достаточно разложить их на составные элементы», — писал Марк Аврелий. Но искусство мудро: оно всегда охраняло непосредственную истину чувственных восприятий от настойчивых вторжений испытующей науки. Во все времена его ценили именно за способность «напоминать нам о гармониях, недоступных для систематического анализа».

Каждый при желании может понять, как устроен атомный котёл, даже ни разу не увидав его. Но никакими силами нельзя объяснить человеку, что такое обаяние, если он сам хотя бы раз не испытал на себе его воздействия.

В научном мышлении всегда присутствует элемент поэзии. Настоящая наука и настоящая музыка требуют однородного мыслительного процесса.

Альберт Эйнштейн

Причина могущества науки — в её всеобщности: её законы свободны от произвола отдельных людей, она отражает лишь коллективный их опыт, независимый от возраста, национальности и темперамента исследователей. Секрет искусства — в его неповторимости: мощь его воздействия зависит от всего прошлого опыта человека, от богатства его ассоциаций, от неуловимых переходов настроения, случайного взгляда, слова или прикосновения, от всего того, что составляет силу индивидуальности, красоту преходящего и власть неповторимого.

Сделав открытие, учёный радуется, когда кто-либо другой подтвердит, т.е. воспроизведёт его результаты. В искусстве повторение равносильно смерти, и настоящий артист умирает на сцене каждый раз по-новому.

Истины в науке доказываются, а явления — объясняются. В искусстве они истолковываются: ему чужды логические рассуждения, а строгие доказательства оно заменяет непосредственной убедительностью образов.

Ощущение тайны — самое прекрасное из доступных нам переживаний. Именно оно стоит у колыбели истинного искусства и настоящей науки.

Альберт Эйнштейн

Бойся думать без участия сердца.

Михаил Пришвин

Наука может объяснить, почему хороша эта формула или плоха та теория: в ней существует критерий истины и слово «нравится» исключено из её лексикона. Искусство позволяет лишь почувствовать очарование мелодии и блеск сонета и никогда ничего не объясняет до конца.

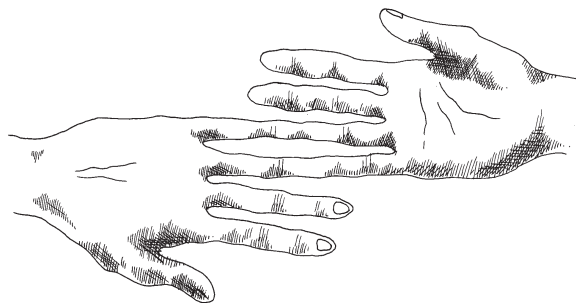
Наука началась тогда, когда в хаосе случайных фактов научились выделять простые закономерности. Но лишь там, где при сложении простых и понятных элементов внезапно возникает ощущение чуда, начинается искусство.

Наука основательна и нетороплива: она годами решает свои задачи, которые иногда переходят из поколения в поколение. Она может позволить себе эту роскошь: в ней изобретён однозначный способ записи и хранения добытых знаний. В искусстве интуитивно точный мир образов живёт мгновение. («Герои одного мгновения», — говорят о великих актерах.) Однако оно будит в сердцах людей отклик, который не угасает годами, а иногда круто меняет всю их дальнейшую жизнь. «Остановись, мгновенье, ты прекрасно!» — Это желание Фауста может выполнить только магия искусства: благодаря ему даже через много лет память человека с пугающей ясностью восстанавливает невыразимые словами оттенки давних мыслей и настроений.

Показательно, как по-разному определяют понятие «красота» учёные и служители муз. С точки зрения науки, красота — это «соразмерность частей и целого», т.е. определение уже содержит элементы анализа. А с точки зрения искусства это понятие первично и дальнейшему анализу не подлежит.

Несмотря на кажущуюся хрупкость и неоднозначность образов искусства, оно долговечнее и древнее науки. Эпос о Гильгамеше и поэмы Гомера волнуют нас до сих пор. Потому что они о чём-то главном в человеке, что не менялось в нём на протяжении тысячелетий. Наука же едва успевает закреплять вновь открытые явления и методы исследования. Читать научные книги прошлых веков сейчас почти невозможно: настолько они устарели и так сильно изменились с тех пор весь стиль научного мышления. Поэтому значение научных трудов определяется не их долговечностью, а их плодотворностью: если в своё время они помогли развитию науки — с них довольно.

Можно и дальше искать и находить бесчисленные оттенки различий между искусством и наукой — предмет этот неисчерпаем. Однако польза такого занятия сомнительна: на поверку они различаются между собой не по существу, а лишь по методам познания окружающего мира и челове-



*Опыт есть знание
единичного, а искусство —
знание общего.*

Аристотель

ческой природы. В Древней Греции их не различали и называли одним словом: *τεχνη*, что означает «умелость», «опытность», «изоощрённость» (отсюда же — «техника»). Первые законы физики, установленные Пифагором из Самоса, были законами гармонии, а древние научные трактаты часто писали в стихах.

Уже давно поэты пытаются создать не просто поэзию, а «поэзию мысли». Учёные, со своей стороны, берутся объяснить желающим «поэзию в науке». И те и другие вышли, наконец, из своих укрытий, дабы разрушить искусственные границы кланов и забыть давние распри о древности рода: нет смысла спорить, какая рука важнее — левая или правая, хотя развиваются и работают они по-разному.

Актёр понимает, что ему не достичь вершин мастерства, если предварительно он не овладеет наукой дикции, мимики и жеста. И лишь потом (если он талантлив!) он сможет из этих простых и понятных элементов неведомым ему самому способом создать нечто неповторимое и удивительное.

Точно так же учёный, даже овладевший ремеслом физика, — ещё не физик, если он доверяет только формулам и логике. Искусство научного метода состоит в том, чтобы не задавать Природе вопросов, на которые нет ответов. Все глубокие истины науки парадоксальны при своём рождении и нельзя постичь их, опираясь лишь на логику и опыт. «С помощью рационального ума я не пришёл бы к моему пониманию фундаментальных законов Природы», — говорил Эйнштейн.

Одним словом, настоящее искусство невозможно без самой строгой науки. Точно так же метод открытия глубоких научных истин лишь отчасти принадлежит науке и в значительной мере лежит в сфере искусства. Но при этом всегда

*В одном и том же
изречении иное услышит
учёный, иное — неучёный.*

Бозций



Человек есть мера всех вещей.

Протагор

Способность увидеть чудесное в обыкновенном — верный признак мудрости.

Ральф Эмерсон

существуют границы научного анализа искусства и предел, который не позволяет постичь науку единым порывом вдохновения.

Квантовая физика родилась в лоне европейской культуры, а люди, её создавшие, — лучшие её представители. Эйнштейн, Борн, Гейзенберг, Эренфест, Лауэ, Крамерс были превосходными музыкантами, а Планк, кроме того, читал в университете лекции по теории музыки и в юности намеревался стать профессиональным пианистом. (Он руководил также хором, в котором пел молодой Отто Ган, тридцать лет спустя открывший деление урана.) Гейзенберг, Паули, Лауэ, Шрёдингер владели древними языками, Луи де Бройль — по профессии историк, Шрёдингер был глубоким знатоком философии и религии, особенно индийской, писал стихи и в конце жизни издал свой поэтический сборник, а Планк и Зоммерфельд даже в научной переписке обменивались стихами.

Существует очевидная дополнительность методов науки и искусства в процессе познания окружающего мира. Рабочий, повседневный метод науки — это тщательный анализ фактов и выяснение их причин, стремление «найти вечный закон в чудесных превращениях случая», попытки «отыскать неподвижный полюс в бесконечной веренице явлений». В искусстве преобладает бессознательный синтез, который в тех же «превращениях случая» находит единственные и неповторимые, а из «бесконечной вереницы явлений» безошибочно выбирает лишь те, которые позволяют почувствовать гармонию целого. Неизвестно только «соотношение неопределённостей», объединяющее оба эти подхода.

Мир человеческих восприятий бесконечно разнообразен, но хаотичен и окрашен личными переживаниями. Человеческие восприятия бесконечно разнообразны, но хаотичны и окрашены личными переживаниями. Человеческие восприятия бесконечно разнообразны, но хаотичны и окрашены личными переживаниями.

Всему присуща своя красота, но не каждому она видна.

Конфуций



Пуанкаре

век стремится упорядочить свои впечатления и согласовать их с впечатлениями других. Для этого он изобрёл науку и создал искусство. Именно это стремление стало общей побудительной причиной их возникновения. Их объединяет чувство удивления, которое они после себя оставляют: **как** возникла эта формула, эта поэма и эта мелодия. («Начало знания — удивление», — говорили в древности.)

Природа творчества едина во всех искусствах и науках. Она определяется интуитивной способностью группировать разрозненные факты и впечатления окружающего мира таким образом, чтобы удовлетворить нашу эмоциональную потребность в чувстве гармонии, которое человек испытывает, выделив из хаоса внешних впечатлений нечто цельное и законченное: статую из мрамора, поэму из слов, формулу из чисел. Это эмоциональное удовлетворение одновременно и первый критерий истинности созданного, которая, конечно, в дальнейшем проверяется: в науке — опытом, в искусстве — временем. (Паули полагал, что радость открытия — это верный признак его истинности и свидетельство совпадения нового знания с бессознательными архетипами человеческой психики.)

«Учёный изучает природу не потому, что это полезно: он изучает её потому, что это доставляет ему удовольствие, потому, что она прекрасна. Если бы природа не была прекрасной, она не стоила бы того труда, который тратится на её познание, и жизнь не стоила бы того труда, который нужен, чтобы её прожить», — писал в начале XX века великий учёный Анри Пуанкаре. Эстетическое восприятие логической красоты науки в той или иной форме присуще каждому настоящему учёному. Но, пожалуй, никто не сказал об этом лучше Пуанкаре. «Он любил науку не только ради науки. Она доставляла ему духовную радость и наслаждение художника, постигшего искусство облекать красоту в реальные формы», — писал о нём русский переводчик его знаменитых книг: «Наука и метод», «Наука и гипотеза», «Ценность науки», «Последние мысли», под влиянием которых выбрали жизненный путь Луи де Бройль, Фредерик Жолио-Кюри и ещё многие другие.

Наука, философия, религия

Наука отвечает только на вопросы «что» и «как», вопрос «почему» — забота философии. Их взаимодействие на протяжении последних столетий многократно обогатило обе эти науки: новорожденная наука добывала новые факты и от-

Религия, искусство и наука — ветви одного и того же дерева.

Альберт Эйнштейн

крывала неизвестные ранее явления, древняя философия стремилась согласовать их с многовековой традицией мысли и возвращала физике результаты их осмысления в виде нового взгляда на исходные факты или идей о направлении дальнейших исследований. Таких примеров в истории физики и философии — сколько угодно: достаточно вспомнить рождение принципа дополнительности или возникновение позитивизма.

«Антропный принцип» — один из примеров взаимодействия науки и философии, который, в отличие от принципа дополнительности, до сих пор не достиг стадии законченных формулировок и плодотворных выводов. Суть «антропного принципа» — удивление перед лицом твёрдо установленных научных фактов:

- почему константы и уравнения физики именно таковы, что допускают появление органической и разумной жизни?
- почему они одинаковы во всей видимой Вселенной, хотя разумная жизнь — часть Вселенной, способная понять её устройство, — существует только на окраине рядовой спиральной галактики (одной из ста миллиардов), в лучах типичной звезды (таких звёзд только в нашей галактике — миллиарды), на неприметной и ничем не замечательной (кроме жизни) планете?

В самом деле, если бы энергия резонансного уровня ядра углерода $^{12}\text{C}^*$ была иной (всего на доли процента), то синтез углерода при горении ^4He в звёздах (Зв-процесс) был бы невозможен. А если бы уровни энергии ядра кислорода ^{16}O , который образуется из углерода ^{12}C , оказались бы чуть-чуть иными, то весь углерод выгорел бы в процессе звёздной эволюции. Излишне повторять, что углерод — основа всей органической жизни на Земле.

Таких чудесных совпадений в физике довольно много: например, если бы энергия связи протона и нейтрона в ядре дейтерия была немного меньше или больше, то ядерное горение в звёздах и вся эволюция элементов были бы совсем другими, а если бы средняя плотность материи во Вселенной была бы меньше реальной, то звёзды вообще не успели бы образоваться. Все эти факты не имеют научного объяснения просто потому, что наука не отвечает на вопрос «почему», и, вместо ответа, учёные честно признаются: «Не знаем. Не понимаем» или отшучиваются шутками вроде: «Наблюдаемая Вселенная такова именно потому, что в ином случае некому было бы задавать этот вопрос» (Стивен Хокинг). Фред Хойл отвечает на этот вопрос более взве-

Существуют метафизические проблемы, которые не могут быть ликвидированы путём объявления их бессмысленными.

Макс Борн

шенно: «Не Вселенная построена логично с нашей точки зрения, это мы и наша логика развились в соответствии с логикой Вселенной».

Религия отвечает на этот вопрос проще и увереннее: «Всё устроено именно так, как это создал Бог». Это объяснение всеобъемлюще и не терпит доказательств, но для человека мыслящего явно недостаточно. Когда Лаплас изложил свою систему мира Наполеону, тот удивился, что в ней не нашлось места Богу. «Я не нуждался в этой гипотезе», — ответил Лаплас. Лангранж, который присутствовал при беседе, попытался смягчить категоричность его кредо: «Но ведь это прекрасная гипотеза! Она многое объясняет», — воскликнул он. «Она всё объясняет, но ничего не предсказывает», — стоял на своем Лаплас.

Даже если эта история не вполне достоверна, она хорошо показывает, в чём состоит основное отличие науки от религии: наука далеко не всё объясняет, но она многое предсказывает, и именно в этом — основа её могущества.

В отличие от науки, церковь с самого начала постулировала уникальность разумной жизни во Вселенной и жёстко отстаивала этот тезис — вплоть до костров инквизиции. Надо признать, что научный анализ проблемы спонтанного возникновения жизни на Земле, основанный на теории вероятностей, скорее подтверждает, чем опровергает этот церковный догмат (хотя, конечно, и не оправдывает казнь Джордано Бруно (1548—1600), не согласного с ним).

В наш просвещённый век для религии не осталось места в научной картине мира. Однако её дух обычно возвращается, как только наука достигает своих естественных пределов, — будь то проблема происхождения жизни на Земле или вопрос о начале мира. «Тайна начала всех вещей неразрешима для нас», — писал Чарльз Дарвин на склоне лет в своей автобиографии.

Согласно принятой сегодня гипотезе «Большого взрыва», вся видимая Вселенная возникла 13,7 млрд лет назад путём взрыва «ничто». Природу этого «ничто» и самого взрыва наука обсуждать отказывается, зато она детально может описать физические процессы и их следствия уже через 10^{-27} секунд после «Большого взрыва». Все эти следствия, даже самые тонкие из них, находятся в превосходном согласии со всей совокупностью наблюдаемых явлений астрофизики и космологии. Но сам «акт творения» длительностью в невообразимо малые доли секунды так и остался символом веры. И, по-видимому, неслучайно, что первый вариант гипотезы «Большого взрыва» высказал в 1927 г. ученик Эддингто-

После Иисуса Христа нет нужды в любознательности, и после Евангелия не нужны поиски истины.

Тертуллиан

Если науки учат тому, что сказано в Коране, они излишни, если же они учат другому — они безбожны и преступны.

Халиф Омар



*Метафизика — это
попытка ума подняться
над умом.*

Томас Карлейль

У бога нет религии.

Махатма Ганди

на аббат Жорж Леметр (впоследствии президент Папской академии наук в Ватикане): ему она казалась совершенно естественной.

Современная наука родилась в Европе и взаимоотношения между нею и христианской религией далеко не так примитивны и однозначны, как их принято было трактовать в нашем отечестве до недавнего времени. Достаточно вспомнить, что первые университеты возникли по образцу монастырей и под патронажем церкви, равно как и система защиты научных степеней, которая мало изменилась за последнюю тысячу лет.

При этом надо различать религию как систему взглядов и верований, и церковь, как организацию, формализующую их в ритуалах и традициях. Галилей, Джордано Бруно и многие другие пострадали от церкви, хотя и были людьми религиозными. А пафос Реформации и религиозных войн в Европе состоял как раз в стремлении отделить и очистить религиозную веру от застывших институтов церкви. (Кстати, сочинение Коперника с посвящением папе Римскому было издано при поддержке и по настоянию протестанта Ретика.) И в дальнейшем основной движущей силой науки стали глубоко верующие протестанты, усилиями которых во многом создана современная западная цивилизация.

Сила разума в том, что он признаёт существование множеств явлений, недоступных для него; он слаб, если неспособен этого понять.

Блез Паскаль

Религия коренным образом отличается и от философии, и от науки: в ней присутствует понятие цели, она берёт на себя смелость отвечать на вопрос «зачем»? И хотя с точки зрения науки эти ответы выглядят неубедительными, надо всё же признать, что именно религиозные ценности лежат в основе всех духовных переворотов прошлого. «Естественно-научное нужно человеку для знания, а религия нужна ему для действия», — говорил Макс Планк — сын и внук теологов, проложивший первую тропу в страну квантов.

В триаде наука—философия—религия вначале возникла религия. Она не только дала первую целостную картину мира, но и путём строгих моральных и нравственных запретов сохраняла стабильность локальных человеческих сообществ, включая их взаимодействие с окружающей средой. С возникновением философии появилась возможность обсуждать религиозные догматы и сравнивать между собой различные религии, а натуральная философия, выросшая на её основе, положила начало современной науке.

В религии нет проблемы установления однозначной связи между чувственными восприятиями и логическими понятиями: она исповедует постулат об объективном порядке во Вселенной, которому подчиняются и все наблюдаемые явления, и познающее их сознание. Хранителя этой непостижимой умом гармонии называли Богом, который в разных религиях воплотился под именами Амон Ра, Озирис, Шива, Будда, Яхве, Христос, Магомет...

В конце жизни Макс Планк писал: «На основе данных науки можно заключить, что в природе существует порядок, независимый от существования человека, разумный порядок, которому подчиняется и природа, и человек. И религия, и наука нуждаются в вере в Бога. Для верующих — Бог в начале всего, для физиков — он в конце всех изысканий». Когда они приходят к выводу, что в мире, кроме непознанного, существует ещё и непознаваемое.

Наука и человечество

Поверхность в философии склоняет человеческий ум к атеизму, глубина — к религии.

Фрэнсис Бэкон

В одном из фантастических рассказов Рэя Брэдбери герой на машине времени отправился в далекое прошлое и во время короткого визита туда нечаянно раздавил там маленькую бабочку. Когда он вернулся обратно, то не узнал мира, который оставил уезжая: оказалось, что его невольное и, на первый взгляд, незначительное вторжение в ход биологической эволюции полностью изменило все её конечные результаты. Очевидно, пример этот — не более чем эффект-

Прогресс — это сновидение XIX века, подобно тому, как воскресение из мёртвых было сновидением X века; у каждого времени свои сны.

Артур Шопенгауэр

Прежде природа угрожала человеку, теперь человек угрожает природе.

Жак Ив Кусто

ная крайность, извинительная для фантаста. Конечно же, всё в природе взаимосвязано. Однако не такой жёсткой причинностью, известной как *детерминизм*, а более изобретательно и гибко — на манер статистических закономерностей квантовой механики.

Современное вмешательство человека в ход биологических процессов на Земле не столь безобидно. Уже теперь антропогенное давление на биосферу превышает допустимые пределы, и она с трудом поддерживает экологическое равновесие на планете, установившееся на протяжении последних 300 миллионов лет. По сравнению с этим 400–500 лет науки — срок ничтожный, но именно науке мы обязаны тем техническим прогрессом, который теперь грозит нарушить хрупкое равновесие биосферных процессов на Земле и тем самым разрушить среду обитания человека.

За последние 500 лет население Земли увеличилось примерно в 10 раз, потребление энергии — в 100 раз, а совокупное производство — в 1000 раз. Только за последнее столетие население планеты выросло в четыре раза, а потребление энергии — в десять раз. Со времён неолитической революции (~10 тыс. лет назад) человек преобразовал примерно половину годных для земледелия ландшафтов и тем самым по крайней мере вдвое снизил их биологическую продуктивность. Сегодня человек потребляет на свои нужды ~10% первичной продукции фотосинтеза, а биосфера, разрушенная им на 30–40%, с трудом успевает поглощать двуокись углерода, поступающую в атмосферу.

Об опасности перенаселения и об ограниченности ресурсов Земли предупреждал ещё в конце XVIII века знаменитый английский экономист Томас-Роберт Мальтус (1766–1834). Его современник, создатель первого учения об эволюции живой природы и автор термина «биология» Жан Батист Ламарк (1744–1829) был ещё более категоричен: «Человеку суждено истребить самого себя, после того как он сделает Землю неприемлемой для обитания», — предупреждал он ещё на заре промышленной революции. Мальтус не знал ни о проблеме «парникового эффекта», ни о пределах экологической устойчивости биосферы планеты, но уже в то время ратовал за сознательное ограничение первобытного инстинкта размножения. Через двести лет его призыв услышала самая древняя цивилизация мира: с 1979 г. в Китае законодательно ограничена рождаемость на уровне «одна семья — один ребёнок». (По оценкам, через 50–100 лет это приведёт к стабилизации численности населения Китая.)

Мы изменили своё окружение столь радикально, что теперь должны изменить себя, чтобы жить в нём.

Норберт Винер

Освобождение энергии атомного ядра многое поставило под сомнение, в том числе и наш образ мысли. Если человек так и не сможет думать по-новому, мы неизбежно будем двигаться навстречу беспрецедентной катастрофе.

Альберт Эйнштейн

Сегодня население стран, создавших науку и преуспевших в конкурентной борьбе, составляет ~1 млрд (~15% населения Земли) и уже сейчас оно потребляет ~50% мировых ресурсов и ~50% энергии, производимой в мире. Однако их процветание в нынешнем виде возможно лишь до тех пор, пока большая часть планеты остается нетронутой. Технологический подъём отсталых стран до уровня передовых неотвратно приведёт к разрушению биосферы Земли — именно этот бесстрастный научный диагноз породил теорию «золотого миллиарда».

Альтернативный путь, путь сознательного ограничения потребностей человека и снижения потребления земных ресурсов, требует согласованных действий человеческого общества в масштабе планеты. Однако приоритет свободы личного выбора и освящённая законом конкуренция индивидов и целых народов мало способствуют их сплочению перед фактом стремительной деградации биосферы Земли. Социальная природа человека и его «неотъемлемые права» оказались в очевидном противоречии с биологической его основой и главным постулатом биологии: «Сохранение вида важнее жизни индивида». Налицо кризис «прометеевского сознания» (природу надо познать, преодолеть и приспособить под человека), которое стало основой прогресса Нового времени. Протестантский фермент, который преобразовал виноградный сок древних знаний и тайну средневековой алхимии в терпкое вино цивилизации и науку нового времени, выполнил свою задачу и на смену ему приходит нечто новое, что ещё не сформировалось отчётливо (в созревшем вине создавшие его ферменты погибают).

Понятия «экология» и «экономика» произошли от общего греческого корня *οἶκος* — «дом», но в наше время они оказались несовместимыми. Современная модель экономики, нацеленная на максимальное и быстрое извлечение прибыли, нарастающими темпами разрушает биосферу Земли и тем самым ускоряет приближение экологического кризиса. Неолитическая революция и первые цивилизации Среднеземноморья оставили после себя обширные пустыни. Научная революция и современная цивилизация способны опустошить всю Землю.

Очевидное безразличие людей к проблемам экологии объясняется, в том числе, и сознанием бессилия отдельного человека перед ошеломляющей сложностью и глобальностью этих проблем: так, внезапно очутившись на краю пропасти, человек вначале цепенеет от ужаса. Но уже в следующий момент он начинает искать пути спасения.

Мы беспомощно наблюдаем, как наша материалистическая цивилизация несёт нас с головой к пределу, который никто не может предвидеть и даже вообразить.

Джеймс Джинс

Единственная проблема современности состоит в том, сумеет ли человек пережить свои собственные изобретения.

Луи де Бройль

Похоже, в генетическом коде человека отсутствует ген самоограничения, и врождённый эгоизм индивида, освобождённый от религиозных запретов в эпоху Просвещения и Прогресса, должен быть ограничен извне. Пример Китая в этом смысле показателен, но одно только внешнее принуждение не решит проблему — должны появиться внутренние ограничения и запреты. В дополнение к понятию *экологическое преступление* во взаимоотношениях человека и природы должно возродиться забытое чувство *греха* и, быть может, ещё более древний императив — *табу*. Человек должен вновь научиться жить не на Земле, а **вместе** с Землёй, и, будем надеяться, наука ему в этом поможет.

Так жили индейцы до поры, пока американская цивилизация не уничтожила их и не загнала в резервации. Они видели себя частью природы и не противопоставляли себя ей. В середине прошлого столетия вождь одного из индейских племён обратился к президенту США с посланием, в котором выражал уверенность, что в недалеком будущем высокоразвитая цивилизация этой страны будет вынуждена обратиться к опыту их жизни, в которой даже деревья были одушевлёнными и имели свои имена.

За прошедшие 500 лет человек сумел ответить на бездну вопросов «что», «как» и «почему». Теперь ему предстоит ответить на вопрос «зачем». Похоже, что с такой задачей может справиться только учение, которое с учётом данных науки сформулирует новую цель бытия. Ибо перед лицом глобального экологического кризиса библейская цель — «Плодитесь и размножайтесь, пока не наполнится вами Земля» — себя исчерпала.

В последние годы со страниц научно-фантастических повестей как-то сами собой исчезли звездолёты, астронавты и космические одиссеи. Малость Земли и абсолютная ограниченность её ресурсов не позволят человеку покинуть свою голубую планету. Перед лицом этой земной правды тускнеют космические грёзы: сейчас у человечества нет задачи важнее, чем сохранить себя как биологический вид.

Ценность науки

Религия, философия, искусство, наука, — все эти высшие проявления природы человека не имеют цены (хотя каждое из них может стать источником наживы и предметом торга). Все они возникли не сразу, а по мере становления и совершенствования человеческой природы: от эгоизма существ, готовых на всё ради выживания и удовлетворения прими-

*Наступит момент,
когда человек признает,
что наука для него —
не побочное занятие,
а существенный выход...*

Тейяр де Шарден

тивных потребностей, — до самоотречения подвижников во имя высших целей. Наука — самое позднее проявление человеческого гения — в том же ряду его ценностей, которые сегодня под натиском идеологии успеха и эгоизма рыночной экономики оттеснены на обочину его интересов.

Наука — базис цивилизации, её утилитарная польза повседневно и очевидна, но её высшая ценность в другом: она кардинально изменила представление человека об окружающем мире и понимание его места и роли в нём. В отличие от многочисленных религий, которые (при всей общности их базовых принципов) отражают особенности национально-го характера, географического положения и исторического развития народов, наука едина для всех обитателей Земли. В отличие от религий, которые разъединяют народы и нации (как известно, религиозные войны — самые жестокие и беспощадные), наука способна объединить народы, поскольку её понятия строго определены и лишены национальных и религиозных разночтений. Маловероятно, что правители ныне существующих двухсот государств Земли даже перед лицом общей беды сумеют договориться о согласованных разумных действиях без помощи учёных: это единственное интернациональное сообщество с общей системой понятий и ценностей, для которого научная истина важнее сиюминутных выгод и приоритетов национального успеха.

Как известно, в процессе биологической эволюции всегда возникают мутации, часть которых довольно быстро исчезает, но другая их часть консервируется впрок и проявляется лишь тогда, когда изменившиеся внешние условия грозят уничтожить биологический вид. Эволюция не прекратилась и теперь — она лишь изменила свои формы: на протяжении тысячелетий тело человека оставалось практически без изменений, зато его сознание изменилось неузнаваемо. И, быть может, наука — это именно та мутация в развитии человеческого сообщества, которая спасёт его в грядущих катастрофах.

*Учёный не имеет ответа
на главный вопрос всякого
разумного человека: зачем
я живу и что мне делать?*

Лев Толстой

Будущее науки

В пору становления науки ею занимались на свой страх и риск преданные ей одиночки. Долгое время её результаты не считали обязательными для всех: даже в середине XIX века Фарадей ратовал за признание науки элементом всеобщего образования. В наши дни наука стала массовой, а научная работа — самым обычным и часто прозаическим занятием. Из инструмента познания наука превратилась в материальную силу, но вместе с этим прикоснулась к чело-

Наука не отвечает на все вопросы, зато помогает понять бессмысленность многих из них.

Хенрик Ягодзинский

Если бы интуиция могла продолжаться более нескольких секунд, она обеспечила бы не только согласие философа с его собственной мыслью, но и согласие всех философов между собой.

Анри Бергсон

веческим страстям совсем не того высокого склада, которым она обязана своим возникновением.

Всё это верно, всё это так, но в век науки немислимо отказаться от её результатов только из этических соображений: в стремлении к чистоте не следует преступать границ стерильности. Наука пока что исправно несёт свою службу: строит машины, кормит человечество, снабжает его энергией, защищает от болезней. Но человеку этого мало, его всегда занимали «вечные вопросы»: о жизни и смерти, о добре и зле, о конечной цели бытия и нашем месте во Вселенной. На эти вопросы наука ответов не даёт — у неё более скромные задачи. В ослеплении успехами точных наук об этом часто забывают и упускают из виду вероятность того, что будущим поколениям людей наш рационализм и вера в науку будут столь же непонятны, как для нас обряды египетских жрецов: безгранично лишь само познание, а не его исторические формы.

Когда думают о будущем науки, как правило, представляют себе мир машин, кнопок, прозрачных куполов — одним словом, мир вещей, которыми повелевает человек в белом комбинезоне. При этом впадают в ту же крайность, что и большинство людей после беглого знакомства с квантовой физикой. Как правило, их поражают в ней конкретные «грубые и зримые» факты: атомная бомба, атомный ледокол, атомная электростанция. Лишь очень немногие догадываются, что все эти достижения — довольно простые следствия науки о квантах. И удивляться надо не им, а изумительно простой и гармоничной системе идей квантовой механики, благодаря которым стали возможны и ледокол, и электростанция, и, к сожалению, бомба.

Никто не может говорить о будущем науки без риска впасть в наивность или преувеличение. Можно легко доказать ограниченность научного метода в той области, где он неприменим, но нельзя предсказать всех его возможностей. Несомненно, что научный способ мышления — лишь одна из способностей человеческого сознания, которая, однако, до сих пор себя не исчерпала. Вполне вероятно, что в дальнейшем человек откроет новые способы познания окружающего мира и на этой основе лучше поймёт своё место в нём. Но это новое, более совершенное знание почти наверное будет включать в себя как составную часть все главные достижения современной науки.

Остаётся только гадать, как изменится в будущем научный метод и какие знания он с собой принесёт: человек всегда может больше, чем умеет. Быть может, со временем

Разум, подобно глазу, доставляя нам возможность видеть и воспринимать все остальные вещи, не даёт никаких знаний о себе самом.

Джон Локк

в человеке с новой силой разовьётся способность синтетического познания, отличавшая античных мудрецов, и которая теперь почти угасла на фоне успехов научного анализа. Быть может, в дальнейшем интуиция из инструмента индивидуального предвосхищения станет орудием научного доказательства. В этом нет ничего невероятного: ведь мы же доверяем глазу сортировщика алмазов, а он отличается от обычного только особой остротой в результате длительной тренировки. Может быть, точно так же со временем научатся воспитывать интуицию и добьются её воспроизводимости. В этом случае сами собой отпадут вопросы о неоднозначности научных понятий и вообще весь громоздкий аппарат логики. Последствия такой революции в мышлении предсказать невозможно. (В древнеиндийских научных трактатах нет теорем, но там есть доказательства, основанные на очевидности: «Смотри!» — написано под рисунком, из которого сразу следует, что площадь круга с радиусом R и окружностью $2\pi R$ равна πR^2 .)

Стремительный рост научного знания в XIX–XX вв. часто сравнивают с предшествующей эпохой географических открытий, которая началась в XV веке. Уже в XIX веке открыть даже маленький островок в огромном океане не осталось никаких надежд. Сегодня мы достигли видимых границ Вселенной и предела делимости материи, расшифровали генетический код, узнали тайну рождения и гибели звёзд, открыли источники внутриядерной энергии и разгадали секреты фотосинтеза — список достижений науки можно продолжать долго. Неясно, однако, как долго продлится её победное шествие: уже сейчас известны области, где её методы бессильны.

Terra incognita многочисленных явлений человеческой психики обширнее целой планеты и надобно сознавать изначальную иронию и парадокс процесса познания: устройство нашего мозга — основного инструмента познания — известно нам значительно меньше, чем законы движения планет, строение атома или архитектура Вселенной. А тайна феномена памяти настолько глубока, что о ней предпочитают не думать. И неясно, сможет ли мозг изучить самоё себя или это так же нереально, как попытка поднять себя за волосы. И тем не менее: «То обстоятельство, что в естествознании цель может быть достигнута конечным числом шагов, пробуждает надежду, что конец пути науки может стать началом нового, более широкого способа мышления, который в наше время, конечно, легче предчувствовать, чем описать», — писал Гейзенберг в конце жизни.

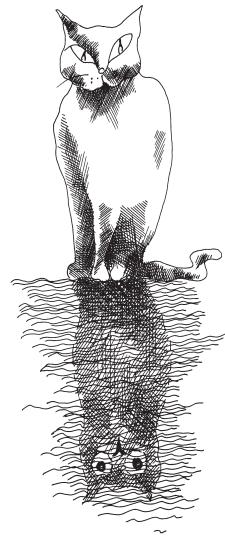
Ум тесен, чтобы овладеть собой же.

Аврелий Августин

*Если мне скажут, что
завтра наступит конец
света, то ещё сегодня я
посади́л бы дерево.*

Мартин Лютер

В гипотезах о будущем науки недостатка нет: существует их полный спектр — от безудержного энтузиазма до самого мрачного пессимизма. Одни предрекают скорую гибель всей нашей цивилизации от неумелого пользования ею же вызванными силами. Другие верят, что человек останется жив даже тогда, когда погаснет наше Солнце. Но как бы ни развивалось человечество, оно всегда с удивлением будет возвращаться мыслью в наш бурный и стремительный век науки — подобно тому, как мы теперь вспоминаем эпоху Возрождения и времена античных мудрецов.



Послесловие

Мудрый не ведает печали.

«Упанишады»

Печальна жизнь того, кто лишь мудр.

Вольтер

Мудрость — родная мать счастья.

Софокл

С помощью колдовства герои старой сказки научились понимать язык птиц и зверей. Они сразу стали могущественнее, но вместе с тем и уязвимее: теперь они были в ответе за многое из того, чем ранее могли пренебречь по неведению. Когда дикие кочевники клеймили табуны раскалённым железом, они не знали, что спектр его излучения подчиняется формуле Планка. Купая лошадей, они не представляли себе молекул воды в виде уголка в $109^{\circ}30'$. И, выходя из реки, не подозревали, что загаром своих тел они обязаны фотонам.

Сейчас, тысячелетия спустя, в природе всё осталось по-прежнему: Солнце каждый день всходит на востоке, вода в реках замерзает при нуле градусов Цельсия, а раскалённый металл остывает по вечным законам термодинамики. Только теперь мы всё это знаем. Быть может, наше знание не сделало нас счастливее (ибо сказано: «во многой мудрости многия печали»), но знание это необратимо, оно — элемент *культуры*, которая единственно отличает нас от первобытных пастухов.

Поразительно и необъяснимо, каким образом чтение хороших книг — процесс нематериальный — неузнаваемо меняет весь облик человека: его речь, улыбку, выражение лица и глаз, даже походку и жесты.

Совокупность знаний, которую мы называем культурой, настолько изменила образ жизни и систему ценностей цивилизованных народов, что многие даже склонны относить их к другому биологическому виду, чем тот, от которого произошли наши дикие прародители.

Сейчас огромная масса накопленных знаний и умений грозит раздавить человечество, вызвавшее их к жизни. Часто можно услышать сентенции о том, что наука зашла в тупик, погрязла в мелочах и растеряла свои великие идеалы. И слишком многие повторяют эффектные слова Элиота: «Мы забыли мудрость ради знания, мы утратили знания в потоке информации».

Подобные рассуждения очень импонируют людям усталым или разочарованным. Но вопреки безнадежности в хаосе фактов и мнений вдруг вспыхивает искра таланта, осветив на мгновение что-то очень простое и главное. Тогда все забывают свои сетования, споры по мелочам и молча разделяют восхищение перед новой истиной: как всякая совершенная красота, она редка, удивительна и обезоруживает своей недоказуемой силой.

*Счастье следует просить
у Бога, мудрость — приобре-
тать самому.*

Цицерон

Я хотел бы, чтобы все, кто дочитал эту книгу до конца, поделили со мной ту радость и то удивление, которые я сам когда-то испытал, впервые окунувшись в странный мир квантовой физики. И ещё, я надеюсь, книга поможет: одним — избавиться от страхов новейшего знания и найти в нём опору среди многоликих смут нынешней цивилизации; другим — почувствовать хрупкость и неповторимость самого феномена жизни и принять свою долю ответственности за её сохранение на нашей единственной планете; а кому-то — понять своё место и предназначение «в этом прекрасном и яростном мире».

