

Оглавление

Предисловие	9
Глава 1. Притяжение вечности	15
Глава 2. Язык времени	33
Глава 3. Энтропия и начало мира.....	65
Глава 4. Информация и жизнеспособность.....	94
Глава 5. Частицы и сознание	154
Глава 6. Язык и истории.....	209
Глава 7. Мозг и вера.....	244
Глава 8. Инстинкт и творческое начало	283
Глава 9. Длительность и недолговечность.....	313
Глава 10. Сумерки времени	358
Глава 11. Благородство бытия	396
Благодарности	417
Об авторе.....	419
Примечания	420
Библиография.....	503
Предметно-именной указатель	524

Предисловие

«Я занимаюсь математикой потому, что стоит доказать теорему — и она останется в математике. Навсегда»¹. Это заявление, простое и откровенное, поразило меня. Я учился тогда на втором курсе в колледже и упомянул как-то в разговоре со старшим другом, который много лет преподавал мне самые разные разделы математики, что в рамках курса психологии пишу работу о человеческой мотивации. Его ответ стал для меня поворотным пунктом. До того момента я никогда не задумывался о математике в сколько-нибудь похожем ключе.

Для меня математика была диковинной игрой абстрактной точности, в которую играли представители забавного сообщества, радовавшиеся, когда в конце длинного рассуждения неведомо откуда вылезал квадратный корень или деление на ноль. Но после этого замечания все вдруг встало на свои места. «Да, — подумал я, — именно в этом состоит главная притягательность математики». Творческое начало, заключенное в рамки логики и некоторого набора аксиом, подсказывает нам, как можно манипулировать идеями и комбинировать их, чтобы получать неопровержимые истины. Каждый прямоугольный треугольник с допифагоровых времен и навечно подчиняется знаменитой теореме, которая носит имя Пифагора. Исключений не существует. Конечно, можно изменить исходные предположения — и погрузиться в исследование новых царств (к примеру, царства треугольников на искривленной поверхности, подобной поверхности баскетбольного мяча) способных опровергнуть вывод Пифагора. Но определитесь с исходными аксиомами, перепроверьте лишний раз

работу — и ваш результат можно будет высекать на камне. Не нужно взбираться на горную вершину, не нужно бродить по пустыне, не нужно бороться с преступным миром. Можно сидеть в удобном кресле за письменным столом и при помощи бумаги, карандаша и острого ума создавать вещи, неподвластные времени.

Эта перспектива открыла передо мной новый мир. Я никогда по-настоящему не спрашивал себя, почему меня так сильно привлекают математика и физика. Решать задачи и узнавать, как устроена Вселенная, — вот что меня всегда манило и завораживало. Теперь же я убедился: меня влекло к этим дисциплинам их возвышение над непостоянной природой обыденности. Хотя в то время жизнью моей управляла в первую очередь юношеская эмоциональность, я внезапно понял, что хочу стать участником путешествия к откровениям настолько фундаментальным, что они никогда не изменятся. Пусть возникают и рушатся государства, пусть проходят первенства по бейсболу, пусть приходят и уходят легенды кино, телевидения и сцены. Я хотел провести свою жизнь в попытках хотя бы мельком увидеть что-то исключительное.

А пока мне по-прежнему необходимо было написать ту работу по психологии. Требовалось представить теорию о том, почему мы, люди, делаем то, что делаем. Но всякий раз, стоило приступить к работе, проект начинал казаться весьма туманным. Если облечь разумные вроде бы идеи в правильные слова, начинает казаться, что ты, может, все это вообще сам придумал. Я рассказал как-то об этом за обедом в общежитии, и один из проживавших там преподавателей посоветовал мне заглянуть в книгу Освальда Шпенглера «Закат Европы». Шпенглер — немецкий историк и философ — глубоко интересовался математикой и естественными науками; именно поэтому мне и рекомендовали его книгу.

Предсказания политического коллапса и завуалированная поддержка фашизма — суть содержания книги, завоевавшего ей и добрую и дурную славу, — вызывают глубокую тревогу и давно уже используются для поддержки пагубных идеологий, но я был слишком заиклен на своей цели, чтобы обратить

на них внимание. Меня же заворожила идея Шпенглера о всеобъемлющем наборе принципов, способных пролить свет на скрытые закономерности, проявляющиеся в разнородных культурах, примерно как закономерности, сформулированные в теории дифференциального и интегрального исчисления и евклидовой геометрии, трансформировали представления ученых в физике и математике². Шпенглер говорил на моем языке. Меня вдохновило, что в тексте по истории с уважением говорилось о математике и физике как о модели прогресса. Но затем я наткнулся на наблюдение, которое застало меня совершенно врасплох: «Человек — единственное существо, которое знает смерть; все остальные стареют, но их сознание полностью ограничено текущим моментом, который, должно быть, представляется им вечным», и это знание порождает «чисто человеческий страх в присутствии смерти». Шпенглер заключал, что «из него исходит каждая религия, каждое научное исследование, каждая философия»³.

Помню, я надолго застрял на последней строчке. Такая точка зрения на человеческую мотивацию была мне понятна. Может быть, очарование математического доказательства состоит в том, что оно вечно? Тяга, которую мы испытываем к закону природы, связана, возможно, с его вневременным характером. Но что гонит нас, что заставляет жаждать вневременного, искать качества, способные существовать вечно? Возможно, все это исходит из нашего уникального сознания того, что сами мы существуем где угодно, но не вне времени, что наши жизни могут быть какими угодно, но не вечными. Все оказалось созвучно с моими новообретенными мыслями о математике, физике и притягательности вечности и попало точно в цель. Это был подход к человеческой мотивации, бравший начало в правдоподобной реакции на всеобъемлющее признание. Подход, в котором ничего не придумывалось на ходу.

Я продолжал размышлять над этим выводом, и мне все больше казалось, что он обещает нечто еще более грандиозное. Наука, как отмечал Шпенглер, — это один из вариантов реакции на знание о нашем неизбежном конце. Другой

вариант — религия. Третий — философия. Но в самом деле, стоит ли на этом останавливаться? Определенно не стоит, если верить Отто Ранку, одному из первых учеников Фрейда, замороженному творческим процессом человека. Художник, по оценке Ранка, — это человек, чей «творческий импульс... пытается обратить эфемерную жизнь в личное бессмертие»⁴. Жан-Поль Сартр пошел еще дальше, заметив, что сама жизнь лишена смысла, «если ты лишился иллюзии бессмертия»⁵. Таким образом, предположение, прокладывающее себе дорогу через этих и других мыслителей, состоит в том, что значительная часть человеческой культуры — от художественных экспериментов до научных открытий — инициирована размышлениями о конечной природе жизни.

Серьезное дело. Кто знал, что увлеченность всем, связанным с математикой и физикой, выльется в мечты о единой теории человеческой цивилизации, движимой плодотворной двойственностью жизни и смерти?

Ну, хорошо. Делаю паузу, чтобы предостеречь себя-вторкурсника от излишнего энтузиазма. Тем не менее тот восторг, что я тогда почувствовал, оказался не просто преходящим наивным интеллектуальным изумлением. Почти четыре десятилетия миновало с тех пор, а эти темы, нередко бурлившие потихоньку где-то на заднем плане сознания, неизменно остаются со мной. Если моя повседневная работа была связана с разработкой объединенных теорий и изучением космических истоков, то в раздумьях о более масштабном значении научных достижений я поймал себя на том, что раз за разом возвращаюсь к вопросам времени и того ограниченного его количества, которое выделено каждому из нас. Сегодня я, по образованию и темпераменту, скептически отношусь к объяснениям на все случаи жизни — физика буквально усыпана неудачными обобщенными теориями фундаментальных природных взаимодействий; это тем более верно, если мы отваживаемся вступить в сложное царство человеческого поведения. В самом деле, я со временем стал считать, что мое осознание собственного неизбежного конца оказывает значительное влияние на все, что я делаю, но не объясняет это все

разом и целиком. Такую оценку, мне кажется, в разной степени разделяют многие. И все же есть одна область, в которой щупальца нашей смертности особенно очевидны.

Во всех культурах, во все времена мы придавали большое значение постоянству и долговечности. Можно перечислить множество способов, которыми мы это делаем: одни ищут абсолютную истину, другие жаждут оставить после себя долговечное наследие; одни строят величественные памятники, другие ищут незыблемые законы, а есть и те, кто до сих пор страстно обращается к той или другой версии бессмертия. Вечность, как ясно демонстрируют все эти занятия, обладает мощным притяжением для разума, сознающего, что срок его материального существования ограничен.

В нашу эпоху ученые, снабженные инструментами для экспериментирования, наблюдения и математического анализа, проложили новый маршрут в будущее, который впервые раскрыл перед нами важные черты окончательного, пусть и очень отдаленного, ландшафта. Эта панорама, хотя и скрытая мстами дымкой или туманом, постепенно проясняется настолько, что мы — существа мыслящие — можем более полно, чем когда-либо прежде, понять, как вписываемся в колоссальную протяженность времени.

Именно с этим чувством мы, в данной книге, пройдем вдоль прямой времени, исследуя физические принципы, которые в рамках Вселенной, обреченной на упадок и гибель, порождают упорядоченные структуры — от звезд и галактик до жизни и сознания. Мы рассмотрим аргументы, доказывающие, что, как человеческие существа имеют ограниченный срок жизни, так не вечны и сами феномены жизни и разума во Вселенной. В самом деле, наступит, скорее всего, момент, когда организованная материя любого рода будет невозможна. Мы посмотрим, как существа, способные рефлексировать, борются с напряжением, которое порождает осознание этого. Мы появляемся в результате действия законов, которые, насколько мы можем судить, неподвластны времени, и при этом существуем кратчайший промежуток времени. Нами правят законы, действующие без оглядки на конечный итог, и все же

мы постоянно задаемся вопросом о том, куда движемся. Мы сформированы законами, не требующими, судя по всему, рационального обоснования, и все же упорно ищем во всем смысл и цель.

Короче говоря, мы рассмотрим Вселенную от начала времени до чего-то похожего на его конец, а по пути исследуем те захватывающие дух способы, при помощи которых беспоконные и изобретательные умы проливают свет и отзываются на фундаментальную недолговечность всего сущего.

Проводниками в нашей экспедиции будут служить откровения из самых разных научных дисциплин. Используя аналогии и метафоры, я объясню все необходимые идеи обычным, доступным языком, предполагающим лишь самую скромную подготовку со стороны читателя. Для особенно сложных концепций я приведу их краткое содержание, которое позволит нам двинуться дальше, не потеряв нити повествования. В примечаниях я объясню некоторые тонкие моменты подробнее, приведу конкретные математические детали, дам ссылки и рекомендации для дальнейшего чтения.

Поскольку предмет нашего разговора обширен, а число страниц ограничено, я решил двинуться узкой тропкой, оставив на перекрестках, которые считаю принципиально важными для определения нашего места в широкой космологической панораме. Путешествие, движителем которого служит наука, а значимость которому придает человеческая перспектива, станет для нас захватывающим и обогащающим приключением.

Притяжение вечности

Начало, конец и все остальное

В назначенный срок все живое умрет. Три с лишним миллиарда лет, пока биологические виды, простые и сложные, искали свое место в земной иерархии, коса смерти отбрасывала свою неизбывную тень на цветение жизни. По мере того как жизнь выбиралась из океанов, шагала по суше и взмывала в небеса, биологическое разнообразие ширилось. Но стоит подождать достаточно долго — и баланс рождений и смертей, единиц в котором больше, чем звезд в Галактике, сойдется с бесстрастной точностью. Как сложится каждая конкретная жизнь, предсказать невозможно. Конечный итог любой отдельно взятой жизни заранее предreshен.

И все же этот неумолимый конец, неизбежный, как закат солнца, замечаем, кажется, только мы — люди. Разумеется, задолго до нашего появления и оглушительные раскаты грома из грозовых туч, и яростное буйство вулканов, и трепетная дрожь колеблющейся земли заставляли разбегаться в ужасе все, что способно было разбегаться. Но такое бегство — инстинктивная реакция на непосредственную опасность. Жизнь в основном живет настоящим моментом, и страх порождается непосредственным восприятием. Только вы, я и остальные представители рода человеческого способны рефлексировать над отдаленным прошлым, представлять будущее и сознавать, что впереди нас ждет тьма.

Это внушает ужас. Не тот ужас, что заставляет дрожать или прятаться. Скорее предчувствие беды, которое тихо и незаметно живет внутри нас; мы научаемся подавлять его, принимать, отмахиваться от него. Но в глубине, под многими слоями, неизменно присутствует тревожащий факт того, что ждет впереди, — знание, о котором Уильям Джеймс писал, что это «червь в сердцевине всех наших обычных источников радости»¹. Работать и играть, тосковать и бороться, желать и любить — все это стежок за стежком плотнее и плотнее вплетает нас в общий гобелен жизней, — и все это исчезнет? Если перефразировать Стивена Райта, этого достаточно, чтобы испугать тебя до полусмерти. Дважды.

Конечно, большинство из нас, стремясь сохранить душевное здоровье, не фиксируют свое внимание на конце. Мы ходим по миру, сосредоточившись на суетных делах и тревогах. Мы принимаем неизбежное и направляем нашу энергию на другие вещи. И все же признание того, что наше время конечно, всегда с нами; оно оказывает влияние на выбор, который мы делаем, на вызовы, которые принимаем, на дороги, которыми ходим. Как утверждал специалист по культурной антропологии Эрнест Беккер, мы находимся в состоянии постоянного экзистенциального напряжения; нас влечет к небу сознание, способное подниматься до высот Шекспира, Бетховена и Эйнштейна, но приковывает к земле физическая форма, которой предстоит рассыпаться в прах. «Человек буквально расщеплен надвое: он обладает осознанием собственной великолепной уникальности — возвышается среди природы, подобно величественному горному пику, но при этом возвращается в землю на несколько футов, чтобы слепо и безмолвно сгнить и исчезнуть навсегда»². Согласно Беккеру, именно это осознание вынуждает нас отрицать способность смерти уничтожить нас. Некоторые успокаивают эту экзистенциальную жажду посредством преданности семье, команде, движению, религии, стране — конструктам, которые переживут время, отведенное индивидууму на земле. Другие оставляют после себя плоды творческого самовыражения, артефакты, способные символически продлить присутствие. «Мы летим

к Красоте, — сказал Эмерсон*, — как к убежищу от ужасов конечной природы»³. Третьи по-прежнему пытаются преодолеть смерть путем побед и завоеваний, как будто положение в обществе, власть и богатство способны дать им неуязвимость, недоступную простым смертным.

Следствием этих многотысячелетних попыток стала наша увлеченность всем, что — в действительности или только в нашем воображении — имеет отношение к вечности: от пророчеств по поводу посмертия до учений о реинкарнации и молитв перед открытой всем ветрам мандалой. Мы разработали стратегии борьбы с осознанием собственной недолговечности и движения навстречу вечности — часто с надеждой, иногда с безропотным смирением. Замечательная способность науки рассказать понятным языком не только о прошлом, вплоть до Большого взрыва, но и о будущем — новация, привнесенная нашей эпохой. Вполне возможно, что за пределами досягаемости наших уравнений всегда будет лежать сама вечность, но наш анализ уже показал, что Вселенная, которую мы знаем, преходяща. Ничто не вечно — от планет до звезд, от звездных скоплений до галактик, от черных дыр до закрученных туманностей. В самом деле, насколько мы можем судить, конечно не только жизнь каждого отдельного индивидуума, но и жизнь вообще. Планета Земля, которую Карл Саган назвал «пылинкой, подвешенной в солнечном луче», — хрупкий цветок в великолепном космосе, который в конечном итоге станет бесплодной пустыней. Пылинки, близкие или далекие, танцуют в солнечных лучах одно лишь мгновение.

И все же здесь, на Земле, мы отметили свое мгновение поразительными достижениями мысли, творчества и изобретательности, поскольку каждое поколение строило свое на фундаменте достижений тех, кто ушел раньше; мы искали ясность в вопросе о том, как возникло все вокруг, пытались разобраться в том, куда все это движется, и жаждали ответа на вопрос о том, почему все это имеет смысл.

Таков сюжет этой книги.

* Ральф Уолдо Эмерсон — американский поэт и мыслитель. — *Прим. ред.*

Истории почти обо всем

Наш биологический вид обожает истории. Мы вглядываемся в реальность, подмечаем закономерности и объединяем их в нарративы — рассказы, способные захватить, научить, поразить, развлечь и взволновать. Множественное число — нарративы — здесь принципиально. В библиотеке человеческой мысли не существует одного-единственного тома, не-сущего в себе абсолютную мудрость, абсолютное понимание. Вместо этого мы написали множество вложенных друг в друга историй, зондирующих разные области человеческого познания и опыта, историй, которые препарируют закономерности нашей реальности при помощи различных грамматических и словарных средств. Протоны, нейтроны, электроны и другие существующие в природе частицы необходимы для изложения минималистической истории, для анализа структуры реальности, от планет до Пикассо, в терминах их микрофизических составляющих. Без метаболизма, репликации, мутаций и адаптации не обойтись в рассказе о зарождении и развитии жизни, при анализе биохимических механизмов работы замечательных молекул и клеток, которыми они управляют. Нейроны, информация, мысль и осознанность придутся кстати в истории о разуме, а с его развитием множатся и сюжеты — от мифа к религии, от литературы к философии, от живописи к музыке, — все они повествуют о борьбе человечества за выживание, воле к познанию, потребности в самовыражении и поиске смысла.

Всё это — продолжающие развиваться истории, и сложены они мыслителями, подающими голос из самых разных, подчас очень далеких друг от друга дисциплин. Оно и понятно. Сага, простирающаяся от кварков до сознания, — весьма объемная хроника. К тому же разные истории переплетаются между собой. Роман о Дон Кихоте обращается к человеческой жажде героического, которая раскрывается через образ хрупкого Алонсо Кихано, созданный воображением Мигеля де Сервантеса — живого, дышащего, мыслящего, ощущающего и чувствующего набора костей, тканей и клеток, который в период своей жизни

поддерживал органические процессы переработки энергии и выведения отходов, основанные, в свою очередь, на атомных и молекулярных взаимодействиях, отточенных миллиардами лет эволюции на планете, выкованной из обломков взрывов сверхновых, разбросанных по всему царству космоса, зарождающегося из Большого взрыва. Но прочесть о приключениях Дон Кихота — значит получить представление о человеческой природе, которое осталось бы скрытым от нас, если бы заключалось в описании движений молекул и атомов странствующего рыцаря или было передано через подробный разбор нейронных процессов, протекавших в мозге Сервантеса во время написания романа. Хотя процессы эти, безусловно, связаны, разные истории, рассказанные разными языками и сфокусированные на разных уровнях реальности, приносят нам очень разные смыслы.

Возможно, когда-нибудь мы сможем гладко и незаметно переключаться между этими историями, связывая воедино все продукты человеческого разума — реальные и вымышленные, научные и воображаемые. Возможно, когда-нибудь мы прибегнем к единой теории строения микрочастиц, чтобы объяснить ошеломляющий замысел Родена и те бесчисленные реакции, которые «Граждане Кале» пробуждают во всех, кто с ними сталкивается. Возможно, мы сумеем до конца понять, как обычный, на первый взгляд, блик света, отразившийся от вращающейся обеденной тарелки, может встряхнуть мощный разум Ричарда Фейнмана и заставить его переписать фундаментальные законы физики. И возможно, — еще более амбициозная мечта — когда-нибудь мы сможем понять механизмы работы сознания и материи настолько полно, что все станет совершенно ясно — от черных дыр до Бетховена, от квантовой странности до Уолта Уитмена. Но и сейчас, не имея ничего даже отдаленно похожего на подобные возможности, можно многое получить, погрузившись в эти истории — научные, творческие, воображаемые, — разобравшись, когда и как они зародились в недрах более ранних историй, разыгранных на космической шкале времени, и отследив те достижения, бесспорные или противоречивые, которые

водрузили каждую из них на свое место, достойное ее объяснительной мощи⁴.

Во всей коллекции историй мы ясно видим две силы, играющие роль главных героев. В главе 2 мы встретим первую из них — *энтропию*. Хотя многим из нас энтропия знакома благодаря своей связи с беспорядком и часто цитируемому заявлению, что беспорядок всегда возрастает, на самом деле энтропия обладает тонкими свойствами, которые позволяют физическим системам развиваться самыми разными способами и иногда даже плыть, казалось бы, против энтропийного течения. Важные примеры этого мы увидим в главе 3, в частности, как элементарные частицы после Большого взрыва видимым образом попирают стремление к беспорядку и развиваются в организованные структуры, такие как звезды, галактики и планеты — и в конечном итоге в такие конфигурации материи, на которых происходит всплеск в потоке жизни. Вопрос о том, как включился этот поток, приводит нас ко второй из наших вездесущих сил — к *эволюции*.

Эволюция является главной движущей силой, стоящей за постепенными трансформациями живых систем, но на самом деле эволюция путем естественного отбора включается задолго до того, как первые формы жизни начинают конкурировать между собой. В главе 4 мы встретим молекулы, которые сражаются с другими молекулами и ведут борьбу за существование на арене неодушевленной материи. Молекулярный дарвинизм, как называют подобные химические сражения, раунд за раундом, — вот что, скорее всего, произвело на свет серию все более устойчивых конфигураций, породивших в конечном итоге те первые молекулярные наборы, в которых мы rozpoznали бы жизнь. Подробности этих процессов — предмет исследований на самом переднем крае науки, но сегодня, после пары десятилетий колоссального прогресса, ученые сходятся во мнении, что мы движемся в верном направлении. Мало того, вполне может быть, что парные силы энтропии и эволюции — гармоничные партнеры на гоночном треке, ведущем к зарождению жизни. Может показаться, что идея такого партнерства звучит странно: в представлении публики энтропия

есть прямой путь к хаосу и, кажется, полная противоположность эволюции и жизни, но недавние математические исследования энтропии подсказывают, что жизнь или, по крайней мере, жизнеподобные качества могут оказаться *ожидаемым* продуктом любого долгоживущего источника энергии, такого как Солнце, неустанно изливающего тепло и свет на молекулярные ингредиенты, которые конкурируют за ограниченные ресурсы, доступные на планете вроде Земли.

Хотя некоторые из этих идей на данный момент под вопросом, определенно известно, что на Земле через миллиард лет или около того после ее образования уже кишела жизнь, развивавшаяся под эволюционным давлением, так что следующая фаза развития — стандартная область действия теории Дарвина. Случайные события, такие как удар космической частицы или молекулярное нарушение в ходе репликации ДНК, приводят к мутациям. Какие-то из них практически не влияют на здоровье и благополучие организма, зато другие увеличивают или уменьшают его приспособленность к конкурентной борьбе за выживание. Те мутации, что повышают конкурентоспособность, с большей вероятностью передаются потомству, поскольку весь смысл «конкурентоспособности» заключается в том, что носитель некоторого признака с большей вероятностью доживет до репродуктивной зрелости и произведет на свет жизнеспособное потомство. Таким образом от поколения к поколению признаки, повышающие приспособленность, распространяются все шире и шире.

Миллиарды лет спустя, по мере того как этот долгий процесс продолжает разворачиваться, какой-то конкретный набор мутаций порождает формы жизни с повышенной способностью к познанию. Жизнь не просто осознана, но и осознает, что осознала себя. То есть некая жизнь обретает осознанное самосознание. Такие существа, способные к рефлексии, естественно, начинают испытывать интерес к тому, что такое сознание и как оно возникло: как может вихрь неразумной материи мыслить и чувствовать? Многие исследователи предвкушают механистическое объяснение, мы поговорим об этом в главе 5. Они считают, что нам необходимо понять

мозг — составляющие его компоненты, его функции и связи — гораздо глубже и точнее, чем мы делаем это сейчас, а как только такие знания появятся, объяснение сознания придет само собой. Другие предполагают, что перед нами стоит куда более сложная задача, и считают, что сознание — самая запутанная головоломка из всех, какие мы встречали, и что для ее решения потребуются принципиально новые взгляды не только на сознание, но и на саму природу реальности.

Мнения становятся единодушнее, когда речь заходит об оценке влияния, которое наша когнитивная сложность оказала на поведенческий репертуар. За десятки тысяч поколений эпохи плейстоцена наши предки объединились в группы, существовавшие за счет охоты и собирательства. Со временем зарождающиеся ментальные умения обеспечили их повышенные способности к планированию, организации, коммуникации, обучению, оценке, обсуждению и решению задач. Используя повышенные возможности индивидуума как рычаг, эти группы обнаруживали в себе все более мощные общественные силы. Данный тезис ведет к следующей коллекции объяснительных эпизодов — тех, что сосредоточены на изменениях, сделавших нас такими, какие мы есть. В главе 6 поговорим об обретении языка и сформировавшейся позже одержимости пересказыванием историй; глава 7 поможет нам прозондировать один из жанров историй — тех, что служили прообразами религиозных традиций и переходными формами к ним; а в главе 8 рассмотрим давнее и широко распространенное стремление к творческому самовыражению.

Занимаясь поисками источника этих изменений, как обычных, так и сакральных, исследователи предложили огромное множество объяснений. Важнейшей путеводной звездой нам по-прежнему будет служить теория эволюции Дарвина, только теперь уже в применении к человеческому поведению. В конце концов, мозг всего лишь еще одна биологическая структура, эволюционирующая под действием селекционного давления, и именно мозг информирует нас о том, что делать и как отзываться на воздействие. За последние несколько десятилетий ученые-когнитивисты и эволюционные

психологи разработали представление о том, что действием дарвиновского отбора сформировано не только наше тело, но и поведение. Таким образом, в нашей экскурсии по человеческой культуре мы часто будем задаваться вопросом, могло ли то или иное поведение повысить шансы на выживание и продолжение рода среди тех, кто в давние времена практиковал его, — и, соответственно, способствовать широкому распространению этого поведения среди многих поколений потомков. Однако, в отличие от противолежащего большого пальца или прямохождения — наследуемых физиологических особенностей, тесно связанных с конкретными типами адаптационного поведения, многие наследуемые характеристики мозга порождают лишь предрасположенности, а не конкретные действия. Мы подвержены влиянию этих предрасположенностей, но человеческая деятельность рождается в соединении поведенческих тенденций и нашего сложного, склонного к размышлениям, рефлексизирующего разума.

Таким образом, другой наш маяк — несхожий с первым, но не менее важный — будет ориентирован на внутреннюю жизнь, которая идет рука об руку с нашими утонченными когнитивными способностями. Следуя путем, отмеченным многими мыслителями, мы придем к поучительному выводу: обретя способность к познанию, мы обуздали могущественную силу, которая со временем подняла нас до роли доминирующего на Земле биологического вида. Но ментальные функции, позволяющие конструировать, творить и выдумывать, — это те же функции, что компенсируют нашу ограниченность, которая в противном случае удерживала бы внимание исключительно на настоящем моменте. Способность вдумчиво манипулировать окружающей средой обеспечивает способность смещать точку зрения, подниматься над линией времени, обдумывать то, что было, и представлять, что будет. Однако, как бы нам ни хотелось, чтобы было иначе, достигнуть уровня «Я мыслю, следовательно, я существую» означает столкнуться на полном ходу с напоминанием «Я существую, следовательно, я умру».

Осознание этого факта, мягко говоря, смущает. И все же большинство из нас способны с ним справиться. И наше

выживание как вида наглядно свидетельствует о том, что вся наша братия тоже была на это способна. Но как мы это делаем?⁵ Если следовать одному из направлений мыслей, мы раз за разом пересказываем истории, в которых наше место в огромной Вселенной переносится на центральную сцену, а возможность полного исчезновения ставится под сомнение или игнорируется — или речь о ней попросту не заходит. Мы работаем в области живописи, скульптуры, движения и музыки и в своих произведениях получаем контроль над творением и наделяем себя могуществом, позволяющим одержать верх над всем, что имеет конец. Мы придумываем героев, от Геракла до сэра Гавейна и Гермियोны, которые смотрят смерти в глаза со стальной решимостью и демонстрируют, хотя и фантастически, что мы в состоянии выиграть этот бой. Мы развиваем науку, учимся проникать в механизмы реальности, а затем трансформируем свои знания в возможности, которые более ранним поколениям показались бы достойными богов. Короче говоря, мы способны вкушать мед познания — проявлять гибкость мысли, которая, помимо многого другого, раскрывает перед нами экзистенциальные затруднения, — причем с удовольствием. Благодаря творческим способностям, мы окружили себя мощной защитой от того, что в противном случае внушало бы нам изнурительное беспокойство.

Тем не менее поскольку устремления не оставляют после себя окаменелостей, отслеживание истоков человеческого поведения может оказаться весьма затруднительным мероприятием. Возможно, наши творческие вылазки, от быков пещеры Ласко и до уравнений общей теории относительности, порождаются возникшей в результате естественного отбора, но слишком активной способностью мозга распознавать и разумным образом организовывать паттерны. Возможно, эти и родственные им занятия представляют собой утонченные, но адаптивно избыточные побочные продукты наличия достаточно большого мозга, освобожденного притом от необходимости тратить все время на создание убежища и добычу еды. Мы еще поговорим о том, что имеется множество теорий, но неопровержимые выводы от нас ускользают. Несомненно

одно: мы воображаем, создаем и воспринимаем произведения, от пирамид до Девятой симфонии и квантовой механики, представляющие собой памятники человеческой изобретательности, долговечность которых, если не их содержание, стремится к бесконечности.

После этого, рассмотрев космическое происхождение, исследовав образование атомов, звезд и планет и оглядев бегло возникновение жизни, сознания и культуры, мы обратим свой взгляд на то самое царство, которое на протяжении тысячелетий — буквально и символически — одновременно разжигало и гасило наш космический страх. То есть мы заглянем отсюда в вечность.

Информация, сознание и вечность

Вечность наступит не скоро. На пути к ней многое еще произойдет. Восторженные футурологи и голливудские научно-фантастические зрелища помогают представить, как будут выглядеть жизнь и цивилизация через промежутки времени, которые хотя и значимы по человеческим стандартам, но бледнеют в сравнении с космическими масштабами времени. Экстраполировать будущее по короткому промежутку экспоненциального развития технологий — увлекательное занятие, но подобные предсказания, скорее всего, сильно разойдутся с тем, как на самом деле будут разворачиваться события. И это на относительно близких и осязаемых промежутках времени в десятки, сотни и тысячи лет. В космических масштабах времени предсказывать подробности такого рода — напрасный труд. К счастью, в большинстве тем, которые мы разберем, у нас будет более прочная основа для предсказаний. Мое намерение — изобразить будущее Вселенной яркими красками, но в самых общих чертах. На таком уровне мы сможем описать возможные варианты с разумной степенью уверенности.

Важно признать, что оставить свой след в будущем, лишенном обитателей, которые могли бы этот след заметить, — слабое утешение. Будущее, которое мы склонны представлять хотя бы косвенно, населено всевозможными вещами, которые

нам небезразличны. Эволюция наверняка заставит жизнь и разум принять огромное множество форм, образовавшихся на разных платформах: биологической, вычислительной, гибридной — и кто знает, на каких еще. Но вне зависимости от непредсказуемых подробностей физической конструкции и природного контекста большинство из нас уверены в глубине души, что в очень отдаленном будущем жизнь того или иного сорта (и обязательно — разумная) будет существовать и, мало того, будет мыслить.

И это поднимает вопрос, который будет сопровождать нас на протяжении всего пути: может ли осознанная мысль существовать бесконечно? Или, может быть, мыслящее сознание, как тасманийский тигр или белоклювый королевский дятел, окажется неким высшим достижением, которое возникает на какое-то время, а затем исчезает? Я не имею в виду чье-то индивидуальное сознание, так что вопрос не относится к желаемым технологиям будущего — криогенной, цифровой, какой угодно еще, — способным сохранить конкретное сознание. Нет, я задаю вопрос: может ли феномен мысли, поддерживаемой человеческим мозгом, разумным компьютером, запутанными частицами, плавающими в пустоте, или любым другим физическим процессом, который окажется для этого пригодным, существовать в будущем сколь угодно долго?

Казалось бы, почему нет? Давайте подумаем о человеческом воплощении мысли. Возникло оно благодаря удачному сочетанию природных условий, и этим же объясняется, почему, к примеру, наше мышление происходит здесь, а не на Меркурии или комете Галлея. Мы мыслим здесь, потому что местные условия гостеприимны по отношению к жизни и мысли, и именно поэтому опасные изменения климата Земли вызывают большую тревогу. Гораздо менее очевидно, что существует и космическая версия подобной вполне логичной, хотя и местечковой, тревоги. Если рассматривать мысль как физический процесс (предположение, о котором мы поговорим подробнее), то неудивительно, что мышление может иметь место только при соблюдении определенных, достаточно жестких природных условий — происходит ли дело здесь и сейчас,

на Земле, или где-нибудь в другом месте, там и тогда. Таким образом, рассматривая в общих чертах эволюцию Вселенной, мы определим, смогут ли эволюционирующие условия среды по всему пространству и времени бесконечно поддерживать разумную жизнь.

Наша оценка будет основываться на данных исследований в области физики элементарных частиц, астрофизики и космологии, позволяющих предсказать, как станет разворачиваться Вселенная в будущие эпохи, по сравнению с которыми время, прошедшее с момента Большого взрыва, покажется незначительным. Разумеется, в этом вопросе имеются большие неопределенности, и я, подобно другим ученым, живу в ожидании того, что природа, возможно, осадит наше самомнение и преподнесет сюрпризы, о характере которых мы пока даже не догадываемся. Но если сосредоточиться на том, что нам удалось измерить, пронаблюдать и рассчитать, то результаты поисков, изложенные в главах 9 и 10, не радуют. Планеты, звезды, звездные скопления, галактики и даже черные дыры переходящи. Конец каждого объекта обусловлен его собственной конкретной комбинацией физических процессов, охватывающих все, от квантовой механики до общей теории относительности, и в конечном итоге выдающих облако частиц, дрейфующих в холодном и спокойном космосе.

Как будет осознанная мысль чувствовать себя во Вселенной, переживающей подобную трансформацию? Язык, на котором можно задать этот вопрос и получить на него ответ, дает нам опять же энтропия. Следуя энтропии, мы встречаем более чем реальную возможность того, что сам акт мышления, предпринятый где угодно сущностью любого сорта, будет подавлен неизбежным накоплением природных отходов: в отдаленном будущем все, что способно думать, возможно, сгорит в тепле, порожденном собственными мыслями. Когда-нибудь сама мысль может стать физически невозможной.

Хотя аргументы против бесконечной мысли будут основаны на умеренном наборе предположений, мы рассмотрим и альтернативные случаи — возможные варианты будущего, более благоприятные для жизни и мышления. Но самое

буквальное прочтение известных нам данных указывает на то, что жизнь, и разумная жизнь в частности, эфемерна. Тот интервал на космической шкале времени, на протяжении которого условия позволяют существование рефлекслирующих существ, может оказаться чрезвычайно узким. При беглом взгляде на всю шкалу вы, вполне возможно, просто не заметите жизнь. Набоков описал человеческую жизнь как «щель слабого света между двумя вечностями тьмы»⁶, и это можно отнести к явлению жизни в целом.

Мы оплакиваем мимолетность собственного существования и утешаемся символической трансцендентностью — достоянием всех, кто в принципе принял участие в путешествии. Вас и меня там не будет, но другие будут, и то, что мы с вами делаем, что мы создаем и что оставляем после себя, влияет на то, что будет, и на то, как будет жить будущая жизнь. Но во Вселенной, которая в конечном итоге полностью лишится и жизни, и сознания, даже символическое достояние — шепот, адресованный нашим далеким потомкам, — исчезнет в пустоте.

В каком же положении мы тогда окажемся?

Размышления о будущем

Мы склонны воспринимать новую информацию о Вселенной разумом. Например, узнаём какой-то новый факт о времени, теориях объединения или черных дырах. Он на мгновение задевает разум и, если оказывается достаточно интересным, запоминается. Абстрактная природа науки часто приводит к тому, что мы долго размышляем над ее содержанием, и лишь затем, и то далеко не каждый раз, это понимание получает шанс затронуть нас внутренне. Но в тех случаях, когда науке все же удастся затронуть и разум, и эмоции, результат может оказаться сильным.

Конкретный случай. Несколько лет назад, когда я только начинал думать о научных предсказаниях, касающихся далекого будущего Вселенной, мой опыт был в основном умозрительным. Я впитывал полезную информацию как увлекательный,

но абстрактный набор озарений, порожденных математикой природных законов. Тем не менее я обнаружил, что если заставить себя *на самом деле* представить, что вся жизнь, вся мысль, вся борьба и все достижения суть всего лишь мимолетная аберрация на безжизненной в остальном космической шкале времени, то информация начинает восприниматься иначе. Я смог ее почувствовать. Ощутить. И я не стыжусь признаться, что первые несколько раз, когда я предпринял это путешествие, оно вышло мрачным. За десятки лет учебы и научных исследований мне часто случалось испытывать моменты восторга и изумления, но никогда прежде результаты в математике и физике не погружали меня в пустоту ужаса.

Со временем моя эмоциональная вовлеченность в эти идеи стала более утонченной. Теперь в большинстве случаев рассмотрение далекого будущего рождает во мне чувство покоя и сродства, как будто моя собственная личность почти не имеет значения, потому что ее полностью поглотило то, что я могу описать лишь как благодарность за пережитый опыт. Поскольку вы, более чем вероятно, не знакомы со мной лично, позвольте мне немного расширить контекст. Я открыт новому, но придаю большое значение точности. Я происхожу из мира, в котором утверждения доказывают при помощи уравнений и воспроизводимых данных, мира, в котором правильность определяется строгими расчетами, предсказания которых подтверждаются данными экспериментов цифра в цифру, иногда до двенадцатого знака после запятой. Так что когда я в первый раз испытал один из этих моментов спокойного сродства — я был тогда в кафе Starbucks в Нью-Йорке, — то отнесся к своим ощущениям с глубоким подозрением: может быть, в мой чай с бергамотом налили испорченное соевое молоко. Или, может быть, я просто схожу с ума.

Трезво поразмыслив, я понял, что дело не в том и не в другом. Мы — продукт длинного ряда поколений, гасивших свой экзистенциальный дискомфорт образами остающихся после нас следов. И чем долговечнее след, чем неизгладимее отпечаток, тем больше конкретная жизнь представляется имеющей смысл и значение. Говоря словами философа Роберта Нозика,

которые с тем же успехом могли бы исходить и от Джорджа Бейли, «смерть стирает тебя... быть стертым полностью, вместе со следами и всем остальным, в целом означает разрушение смысла жизни конкретного человека»⁷. Особенно у таких, как я, не имеющих традиционной религиозной ориентации, акцент на стремлении не быть «стертым», неотступная сосредоточенность на долговечности пронизывают все — воспитание, образование, карьеру и опыт. На каждом из этих этапов я двигался вперед, не теряя из виду долговременной цели, и мечтал сделать что-нибудь такое, что останется надолго. Нет никакой загадки в том, что в моих профессиональных занятиях преобладает математический анализ пространства, времени и законов природы; трудно представить себе другую дисциплину, в которой каждодневные мысли были бы чаще сосредоточены на вопросах, выходящих далеко за пределы текущего момента. Но само научное открытие показывает эту перспективу в ином свете. Скорее всего, жизнь и мысль населяют небольшой оазис на космической шкале времени. Вселенная, хотя и управляется элегантными математическими законами и разрешает всевозможные чудесные физические процессы, становится домом для жизни и разума лишь временно. Если вы осмыслите это до конца, живо представьте себе будущее, лишенное звезд, планет и мыслящих объектов, ваше отношение к нашей эпохе, возможно, приблизится к благоговению.

Именно это чувство я испытал тогда в кафе. Спокойствие и чувство единения отмечали сдвиг от попытки ухватиться за отступающее будущее к ощущению, что я живу в захватывающем дух, хотя и преходящем, настоящем. К этому меня побудил космологический аналог того руководящего влияния, которое во все века оказывали поэты и философы, писатели и художники, духовные наставники и учителя осознанности, а также бесчисленное количество других людей, сообщающих нам простую, но удивительно тонкую истину, что жизнь происходит здесь и сейчас. Такое умонастроение тяжело поддерживать, но именно на нем основано мышление очень многих. Мы находим это в стихах Эмили Дикинсон («Вечность из многих “сейчас” состоит»⁸) и у Дэвида Торо, писавшего

про «вечность в каждом мгновении»⁹. Я обнаружил, что эта точка зрения становится еще более осязаемой, когда мы погружаемся во время во всей его полноте — от начала до конца; такой космологический фон придает ни с чем не сравнимую четкость представлению о том, насколько уникально и мимолетно на самом деле «здесь и сейчас».

Задача книги — дать читателю эту четкость. Мы совершим путешествие вдоль всей шкалы времени, от нашего наиболее продвинутого представления о начале и до самого конца, к которому подойдем настолько близко, насколько позволит современная наука. Мы посмотрим, как жизнь и разум зарождаются из первоначального хаоса, и подумаем о том, на что способно множество любопытных, страстных, беспокойных, рефлексизирующих, изобретательных и скептических умов, особенно когда они осознают собственную смертность. Мы разберем подъем религии, тягу к творческому самовыражению, поступательное развитие науки, поиск истины и жажду вечного. Затем глубоко укоренившееся влечение к постоянству, которое Франц Кафка называл потребностью в «чем-то нерушимом»¹⁰, подтолкнет нас дальше в будущее, позволив оценить перспективы всего, что нам дорого, всего, что образует реальность — такую, какой мы ее знаем, от планет и звезд, галактик и черных дыр до жизни и разума.

И через все это нам будет сиять свойственный человеку дух поиска. Мы — амбициозные исследователи, стремящиеся охватить разумом всю огромную реальность. Столетия усилий осветили для нас темные ландшафты материи, разума и космоса. На протяжении грядущих тысячелетий освещенные сферы будут становиться все больше и ярче. Пройденный путь уже ясно показал, что реальность управляется математическими законами, безразличными к правилам поведения, стандартам красоты, потребности в общении, устремленности к знаниям и поискам предназначения. И все же посредством языка и истории, искусства и мифа, религии и науки мы сумели обуздать наш крохотный кусочек бесстрастного, неумолимого, механического развертывания космоса и дать слово нашей вездесущей жажде порядка, ценности и смысла.

Это восхитительный, но преходящий вклад. Как покажет наша прогулка вдоль шкалы времени, жизнь, скорее всего, преходящее явление и все знание, полученное с ее появлением, почти наверняка исчезнет с ее завершением. Ничто не вечно. Ничто не абсолютно. Поэтому в поиске ценности и цели единственные актуальные озарения, единственные значимые ответы — те, что получаем мы сами. В конечном итоге перед нами — в краткий миг нашего существования — стоит благородная задача поиска нашего собственного смысла.

Отправимся же в путь.

Язык времени

Прошлое, будущее и перемены

Вечером 28 января 1948 г. после исполнения Квартета Шуберта ля минор и перед презентацией английских народных песен Би-би-си передала дискуссию между одним из мощнейших интеллектуалов XX в. Бертраном Расселом и священником-иезуитом Фредериком Коплстоном¹. Тема дискуссии? Существование Бога. Рассел, новаторские труды которого по философии и гуманитарным принципам принесли ему немного позже, в 1950 г., Нобелевскую премию по литературе, а краймольные политические и социальные взгляды стали поводом для увольнения из Кембриджского университета и Городского колледжа Нью-Йорка, привел множество аргументов, позволявших если не отвергнуть существование Творца, то, по крайней мере, усомниться в нем.

Одно из рассуждений, приведенных Расселом в защиту своей позиции, имеет непосредственное отношение к нашим изысканиям. «По данным науки, — отметил Рассел, — Вселенная медленно приползла к весьма жалким результатам на этой земле и собирается плестись дальше к еще более жалким ступеням развития, вплоть до состояния всеобщей смерти». Обрисовав столь невесело ситуацию, Рассел заключил: «Если это и следует считать свидетельством цели, то могу сказать, что она мне не очень нравится. Поэтому я не вижу оснований верить в какого-либо Бога»². Теологическая нить

повествования будет прослежена нами в следующих главах. Здесь же я хочу сосредоточить внимание на упомянутых Расселом научных свидетельствах «всеобщей смерти». Речь идет об одном открытии XIX в. с корнями настолько же скромными, насколько глубоки следующие из него выводы.

К середине XIX в. промышленная революция шла полным ходом, и на многочисленных фабриках и заводах паровая машина давно уже стала рабочей лошадкой и главной движущей силой производства. Тем не менее даже с учетом критически важного рывка с переходом от ручного труда к механическому, эффективность паровой машины — полезная работа в сравнении с количеством потребленного топлива — оставалась мизерной. Примерно 95% тепла, выработанного горящим деревом или углем, пропадало впустую, уходило в окружающую среду. Это подтолкнуло некоторых ученых глубоко задуматься над физическими принципами, управляющими работой паровой машины, и поискать способы сжигать меньше, а получать больше. Несколько десятков лет исследований привели в конечном итоге к каноническому результату, получившему заслуженную известность: ко *второму началу термодинамики*.

В весьма и весьма упрощенном изложении закон этот гласит, что производство отходов неизбежно. Несмотря на то что катализатором исследований послужила паровая машина, второе начало термодинамики имеет универсальное применение, что делает его жизненно важным. Второе начало описывает фундаментальную характеристику, изначально присущую любой материи и энергии, независимо от структуры и формы, одушевленности или неодушевленности, а именно утверждается (опять же, в примерном изложении), что все во Вселенной имеет ошеломляющую тенденцию разрушаться, деградировать, увядать.

Даже по такой простой формулировке можно понять, из чего исходил Рассел. В будущем, судя по всему, нас ждет непрерывное разрушение, неумолимое превращение производительной энергии в бесполезное тепло, постоянная утечка энергии — если можно так сказать — из батареек, питающих реальность. Но более точное осмысление науки позволяет

понять, что подобная формулировка перспектив заслоняет собой насыщенный и полный нюансов процесс развития, который начался с Большого взрыва и будет протекать еще долго в будущем. Этот процесс помогает объяснить наше место на космической шкале времени, понять, как на фоне деградации и распада могут возникать красота и порядок; он же предлагает потенциальные способы, хотя и весьма экзотичные, обойти тот грустный конец, что видел перед собой Рассел. А поскольку именно эта наука, рассматривающая такие концепции, как энтропия, информация и энергия, будет вести нас вперед большую часть маршрута, имеет смысл потратить немного времени, чтобы лучше ее понять.

Паровая машина

Конечно, мне не придет в голову предположить, что смысл жизни прячется где-то в жарких глубинах шумной паровой машины. Но понимание способности паровой машины впитывать в себя жар горящего топлива и использовать его для приведения в циклическое движение колес локомотива или лопаток шахтного насоса оказывается необходимым для понимания того, как энергия — любого сорта и в любых обстоятельствах — эволюционирует во времени. А то, как эволюционирует энергия, оказывает глубокое влияние на будущее материи, разума и любых структур во Вселенной. Так что давайте спустимся с горних высот жизни и смерти, цели и смысла к непрерывному грохоту и пыхтению паровой машины XVIII в.

Научная основа паровой машины проста, но оригинальна: испаренная вода (пар) расширяется при нагревании и тем самым порождает давление. Паровая машина задействует этот эффект. Она нагревает емкость, наполненную паром и закрытую сверху плотно прилегающим поршнем, который может свободно скользить вверх и вниз по ее внутренней поверхности. Когда нагретый пар расширяется, он с силой выталкивает поршень, и направленное вовне усилие может быть использовано для вращения колеса, привода мельницы или ткацкого станка. Затем пар, растративший энергию на это усилие,

остывает и поршень соскальзывает вниз в начальное положение, где и остается в готовности снова быть вытолкнутым вверх, когда пар вновь нагреется; этот цикл будет повторяться до тех пор, пока горит топливо, нагревающее емкость с паром³.

История фиксирует ключевую роль, которую паровая машина сыграла в промышленной революции, однако вопросы, которые она поставила перед фундаментальной наукой, имели не меньшее значение. Можем ли мы разобраться в паровой машине с математической точностью? Существует ли предел эффективности, с которой она способна преобразовывать тепло в полезное действие? Имеются ли в базовых процессах, протекающих в паровой машине, аспекты, не зависящие от деталей механической конструкции и используемых материалов и относящиеся, таким образом, к универсальным физическим принципам?

Ломая голову над этими вопросами, французский физик и военный инженер Сади Карно положил начало новому направлению науки — термодинамике, изучающей теплоту, энергию и работу. По продажам трактата Карно «Размышления о движущей силе огня и о машинах, способных развивать эту силу»⁴ издания 1824 г., впрочем, об этом никак невозможно было догадаться. И хотя идеи Карно были восприняты далеко не сразу, на протяжении следующего столетия им суждено было вдохновить ученых на создание принципиально нового взгляда на физику.

Статистический взгляд

Традиционный научный взгляд, сформулированный в математическом виде Исааком Ньютоном, состоит в том, что физические законы выдают точные и недвусмысленные предсказания касательно движения вещей. Назовите мне пространственное положение и скорость объекта в конкретный момент, перечислите действующие на него силы — а остальные сделают Ньютоновы уравнения, предсказывающие траекторию объекта в дальнейшем. Будь то Луна, удерживаемая тяготением Земли, или бейсбольный мяч, который вы только