

*Посвящается Вере —
моей спутнице по старению*

WHY WE DIE

THE NEW SCIENCE OF AGING AND THE QUEST FOR IMMORTALITY

Venki Ramakrishnan



WILLIAM MORROW

An Imprint of HarperCollins Publishers

ВЕНКИ РАМАКРИШНАН

ПОЧЕМУ МЫ УМИРАЕМ

ПЕРЕДОВАЯ НАУКА
О СТАРЕНИИ
И ПОИСК БЕССМЕРТИЯ

Перевод с английского

АНО
АЛЬПИНА НОН-ФИКШН

Москва, 2025

УДК 393
ББК 28.03
Р21

Переводчик Николай Мезин

Научный редактор Сергей Киселёв, д-р биол. наук

Редактор Валентина Бологова

Рамакришнан В.

Р21 Почему мы умираем: Передовая наука о старении и поиск бессмертия / Венки Рамакришнан ; Пер. с англ. — М. : Альпина нон-фикшн, 2025. — 360 с. ; ил.

ISBN 978-5-00223-390-8

Осознание неизбежности смерти настолько ужасно, что большую часть жизни мы стараемся о ней не думать. Пожалуй, одно из тяжелейших переживаний детства у каждого из нас связано с моментом, когда мы понимаем, что кроме нас самих умрут и все любимые нами люди и с этим ничего нельзя поделать. По крайней мере, так было раньше. Сегодня мы переживаем революцию в биологии. Огромные успехи были достигнуты в понимании того, почему мы стареем — и почему некоторые биологические виды живут дольше остальных. Сможем ли мы когда-нибудь обмануть старость и смерть и жить долго, может быть даже в несколько раз дольше, чем сейчас?

Венки Рамакришнан, лауреат Нобелевской премии по химии и бывший президент Лондонского королевского общества, приглашает нас в захватывающее путешествие к передовым рубежам биологии в поисках ответа на вопрос: обязательно ли нам умирать? Рассказывая о новейших достижениях в области научных исследований, автор рассматривает самые современные методы продления человеческой жизни путем вмешательства в физиологию человека.

УДК 393
ББК 28.03

Все права защищены. Никакая часть этой книги не может быть воспроизведена в какой бы то ни было форме и какими бы то ни было средствами, включая размещение в интернете и в корпоративных сетях, а также запись в память ЭВМ для частного или публичного использования, без письменного разрешения владельца авторских прав. По вопросу организации доступа к электронной библиотеке издательства обращайтесь по адресу mylib@alpina.ru

ISBN 978-5-00223-390-8 (рус.)
ISBN 978-0-06-311327-5 (англ.)

© Venki Ramakrishnan, 2024
© Издание на русском языке, перевод, оформление.
ООО «Альпина нон-фикшн», 2025

СОДЕРЖАНИЕ

Введение	7
1 Бессмертный ген и одноразовый организм.	19
2 Живи быстро, умри молодым	38
3 Повреждение центра управления	64
4 Проблема с концами хромосом	91
5 Переводим биологические часы назад	104
6 Переработка мусора	134
7 Меньше — это больше	158
8 Уроки скромного червяка.	181
9 Наши безбилетные пассажиры	210
10 Боль, недуги и вампиры	229
11 Безумцы или провидцы?	247
12 Будем ли мы жить вечно?	278
Благодарности	303
Примечания	305
Предметно-именной указатель	349

ВВЕДЕНИЕ

Почти ровно сто лет назад в египетской Долине царей экспедиция под руководством британского археолога Говарда Картера в ходе раскопок обнаружила давно погребенную под землей лестницу. Лестница вела к воротам с оттиском царской печати — верным знаком того, что за ними находится гробница фараона. Печать была нетронута, то есть в гробницу никто не входил больше трех тысяч лет. А то, что обнаружилось внутри, поразило даже опытного египтолога Картера¹: мумия молодого фараона Тутанхамона в золотой погребальной маске изумительной красоты и множество изящных и богато украшенных предметов, тысячелетие за тысячелетием деливших с ним вечность. Гробницы фараонов были надежно укрыты от простых смертных — египтяне с невероятным старанием создавали объекты, которые другие люди никогда не должны были увидеть.

Великолепное убранство гробницы было связано со сложнейшим погребальным ритуалом, смысл которого состоял в преодолении порога в загробный мир. Вход в сокровищницу охраняла черная с золотом статуя Анубиса, шакалоголового бога подземного мира, роль которого описана в *древнеегипетской «Книге мертвых»*. Свиток папируса с ее текстом нередко помещали в саркофаги фараонов. Ее легко принять за религиозное

сочинение², но это скорее путеводитель, содержащий указания, как проходить полный опасностей путь через подземный мир в благословенную загробную жизнь. В одном из последних испытаний Анубис взвешивает сердце умершего, кладя на другую чашу весов перо. Если сердце окажется тяжелее пера, оно нечисто, и душа человека обрекается на ужасную участь. Если же испытуемый оказывается непорочным, он вступает в прекрасную страну, где его ждут еда, питье, плотские утехы и все прочие радости жизни.

Египтяне, конечно же, не единственные, кто верил, что за порогом смерти человека ждет вечная жизнь. Пусть в других культурах не принято было сооружать сложные по конструкции усыпальницы, какие строили для фараонов египтяне, со смертью у всех народов связано множество верований и ритуалов.

Интересно поразмыслить о том, как люди вообще осознали свою смертность. То, что мы знаем о грядущей смерти, своего рода случайность, для которой потребовалась эволюция разума, способного к самопознанию. Для этого, конечно же, необходимо достичь определенного уровня развития когнитивного мышления и способности к обобщению и вдобавок обрести язык для передачи этой идеи. Низшие формы жизни и даже некоторые сложные, например растения, не осознают смерти. Для них она просто случается. Животные и другие наделенные чувствами создания могут инстинктивно бояться опасности и гибели. Они понимают, когда умирает один из них, и некоторые даже, как мы знаем, оплакивают смерть сородичей³. Но нет никаких свидетельств⁴ того, что животные осознают и собственную смертность. Я не говорю о гибели от насилия, несчастного случая или болезни, которую можно предотвратить. Я имею в виду *неотвратимость* смерти вообще. В какой-то момент мы, люди, поняли, что жизнь подобна бесконечному пиру, к которому мы присоединяемся, явившись на свет. Наслаждаясь этим пиршеством, мы замечаем, как другие приходят

и уходят. Потом наступает и наш черед уйти, хотя праздник еще в полном разгаре. И нам страшно в одиночку выходить на ночной холод. Знание о неизбежности смерти так устрашает, что большую часть жизни мы отрицаем это знание. И если кто-то рядом умирает, не хотим прямо признать этого и прибегаем к иносказаниям, говоря, что человек «ушел» или «почил», ведь это внушает мысль, что смерть еще не конец, а лишь переход к чему-то новому.

Чтобы помочь людям смириться с осознанием их смертности, во всех культурах формировались системы верований и стратегий, отрицающие непреложность смерти. Философ Стивен Кейв утверждает¹, что поиск бессмертия не один век оставался локомотивом человеческой цивилизации. Все наши способы преодолеть собственную смертность он делит на четыре группы. Первая, или План А, — стараться жить в физическом теле вечно или как можно дольше. Если с этим не сложится, есть План В — после смерти воскреснуть. По Плану С, даже если тело уже распалось и нет надежды на его воскрешение, остается нематериальная сущность — бессмертная душа. И наконец, План D предполагает дальнейшее существование в своем наследии, будь то художественные произведения, монументы или биологическое потомство.

Человечество всегда тяготело к Плану А, а вот в том, что касается остальных трех, разные культуры расходятся. В Индии, где я вырос, индуисты и буддисты охотно обращаются к Плану С, исповедуя веру в то, что у каждого человека есть бессмертная душа, которая способна пережить смерть, воплотившись в новом человеческом теле и даже в теле совсем других живых существ. Авраамические религии — иудаизм, христианство, ислам — придерживаются одновременно планов В и С. Они утверждают бессмертие души, но также проповедуют идею о том, что когда-то в будущем мы воскреснем из мертвых и предстанем перед судом Господа *во плоти*. Возможно, поэтому

они традиционно предписывают хоронить тела мертвых нетронутыми и запрещают кремацию.

Представители некоторых культур, например древние египтяне, перестраховывались, включая все четыре стратегии в свою систему верований. В монументальных усыпальницах они сохраняли мумифицированные тела фараонов, чтобы те могли воскреснуть в загробной жизни во плоти. Одновременно египтяне верили в существование души, называемой *ба*, которая представляла собой сущность человека и не исчезала после его смерти. Первый император объединенного Китая Цинь Шихуанди использовал все возможные способы для обретения бессмертия⁶. Переживший множество покушений на свою жизнь, покоривший враждебные царства и поднявшийся на вершину абсолютной власти, он обратился к поискам эликсира жизни. Император отряжал чиновников расследовать любые, даже малейшие слухи о его существовании. Неудача в поиске почти наверняка означала жестокую расправу, так что многие из этих посланцев благоразумно ударялись в бег и больше не подавали о себе вестей. Одновременно Цинь в дерзновенной попытке соединить планы В и D приказал построить ему в Сиане мавзолей размером с город, согнав на строительство 700 000 человек. В усыпальнице поместилась армия из 7000 глиняных воинов и лошадей — чтобы охранять усопшего властителя до момента нового рождения. Цинь Шихуанди умер в возрасте 41 года в 210 г. до н. э. По иронии судьбы его жизнь, возможно, сократили ядовитые снадобья, которые он принимал для ее продления.

Наши способы примирения со смертью стали меняться с наступлением эпохи Просвещения и началом развития современной науки в XVIII в. Рост рационализма и скептицизма означает, что мы, хотя еще и цепляемся за какие-то варианты планов В и С, в глубине души вовсе не уверены в их действенности. Фокус сместился на поиск средств для про-

дления биологической жизни и на посмертное сохранение наследия человека.

Любопытная особенность человеческой психологии: даже смиряясь с мыслью о своей неизбежной смерти, мы испытываем сильную потребность в том, чтобы нас помнили. Сегодня самые богатые люди вместо возведения гробниц и монументов занимаются благотворительностью, финансируют различные проекты и фонды, которые надолго их переживут. Во все эпохи писатели, художники, музыканты и ученые искали бессмертия в творчестве. Однако в конечном счете продолжать жить лишь в своем наследии — все же не самая утешительная перспектива.

Если вы не могущественный монарх, не миллиардер и не Эйнштейн, не отчаивайтесь. Есть способ оставить не только наследие, но и память о себе, доступный едва ли не каждому из живущих, — продолжиться в потомстве. Стремление продолжить род, чтобы часть тебя жила и после твоей смерти — один из сильнейших биологических инстинктов, созданных эволюцией, и он настолько важен в жизни, что далее мы еще много будем о нем говорить. Но даже при том, что мы любим детей и внуков и хотим, чтобы они жили долго после нашего ухода, мы знаем, что они отдельные существа с собственным сознанием. Это не мы.

Вместе с тем большинство из нас не проводит жизнь в непрерывной экзистенциальной тревоге из-за осознания своей смертности. Напротив, наш мозг⁷, похоже, выработал защитный механизм, представляя смерть событием, которое случается с другими людьми, но не с нами. Этому самообману способствует изоляция умирающих. В прошлом человек постоянно сталкивался с умирающими, но сегодня люди умирают в пансионатах и больницах, вдали от наших глаз. Вследствие этого большинство из нас, особенно те, кто помоложе, в повседневной жизни ведут себя так, будто мы бессмертны. Мы много работаем, пре-

даемся увлечениям, добиваемся каких-то больших целей — все это помогает нам отвлечься от возможного беспокойства по поводу смерти. И все же, какой бы тактики мы ни придерживались, полностью спрятаться от осознания собственной смертности мы не можем.

Все это возвращает нас к Плану А. Стратегия, к которой миллионы лет прибегают все способные чувствовать существа, — это оставаться в живых как можно дольше. С самого раннего возраста мы инстинктивно избегаем опасности, хищников, врагов и болезней. За тысячелетия это всеобщее стремление научило нас защищаться от нападений, строя сообщества и крепости, создавая оружие и армии; оно также заставило нас искать снадобья и лекарства и в конце концов привело к появлению современной медицины, в частности хирургии.

В течение многих веков средняя продолжительность жизни оставалась практически неизменной. Но за последние 150 лет она удвоилась, прежде всего потому, что люди стали лучше понимать причины возникновения и распространения болезней и усовершенствовали общественное здравоохранение. Научный прогресс позволил нам добиться огромных успехов в увеличении средней продолжительности жизни, главным образом за счет снижения младенческой смертности. Но увеличить максимальную продолжительность жизни — наибольшее число лет, которые мы можем прожить при самых благоприятных обстоятельствах, — задача куда более сложная. Жестко ли задан этот предел или мы, по мере изучения собственных биологических механизмов, сможем замедлить, а то и вовсе остановить старение?

Сегодня революция в биологии, начавшаяся более ста лет назад с открытия генов, привела человека на распутье. Недавние исследования глубинных причин старения открывают перспективы не только улучшения здоровья в пожилом возрасте, но и продления человеческого века.

Демографы в настоящее время прилагают большие усилия, чтобы установить причины старения и найти способы сгладить его последствия. В большинстве стран мира растет доля пожилого населения и насущной необходимостью для общества становится решение задачи как можно дольше сохранять этим людям здоровье. В результате геронтология — наука о старении, — долгие годы остававшаяся академическим захолустьем, начала стремительно развиваться.

Только в последние десять лет опубликовано более 300 000 научных статей о проблемах биологии старения. Более 700 новых компаний в совокупности инвестировали десятки миллиардов долларов в борьбу со старением — и это не считая известных крупных фармацевтических компаний, запустивших свои программы в этой области.

Такие небывалые усилия порождают целый ряд вопросов. Сможем ли мы когда-нибудь обмануть болезнь и смерть и жить невероятно долго, может быть, в несколько раз дольше, чем живем сейчас? Некоторые ученые действительно высказывают такое мнение. А миллиардеры из Калифорнии, которые получают удовольствие от своего образа жизни и не хотят, чтобы праздник закончился, охотно этих ученых финансируют.

В наши дни торговцы бессмертием — исследователи, ищущие способы безгранично продлить время жизни, и миллиардеры, дающие на это средства, — в сущности, являются современным воплощением пророков былых времен, обещавших долгую жизнь, фактически не омрачаемую страхом надвигающейся старости и смерти. Кому станет доступна такая жизнь? Ничтожной доле населения, которая сможет это себе позволить? На каких этических основаниях людей будут готовить или видоизменять для такой жизни? И если такая возможность будет широкодоступна, каким станет общество? Вступим ли мы слепо в завтрашний день, не задумываясь о возможных социальных, экономических и политических последствиях того, что люди

станут жить намного дольше, чем теперь? Учитывая последние успехи науки и гигантские средства, вкладываемые в изучение старения, стоит задаться вопросом, куда эти изыскания ведут и что говорят о пределе нашего земного века.

Пандемия коронавируса, охватившая мир в конце 2019 г., — недвусмысленная демонстрация того, что природу наши планы нисколько не заботят. Жизнью на Земле правит эволюция, и нам в очередной раз напомнили о том, что вирусы появились гораздо раньше нас, отлично умеют приспосабливаться и надолго переживут человечество. Не слишком ли самонадеянно думать, что с помощью науки и технического прогресса мы обманем смерть? И к чему в таком случае нам следовало бы стремиться?

Большую часть своей продолжительной профессиональной карьеры я занимался изучением синтеза белков в клетках человеческого организма. Это фундаментальная проблема, касающаяся едва ли не любого аспекта биологии; к тому же в последние десятилетия мы выяснили, что старение в значительной мере связано с тем, как организм регулирует производство и распад белков. Но на заре научной деятельности я и не подозревал, что вся моя работа будет иметь отношение к причинам старения и смерти.

Как бы ни радовал меня взрывной рост геронтологических исследований, который действительно привел к нескольким настоящим прорывам в понимании старения, я с растущей тревогой смотрю на небывалый информационный шум вокруг этой темы, сопровождающийся широкой рекламой сомнительных средств, вряд ли связанных с настоящей наукой. Этот рынок процветает, эксплуатируя наш совершенно естественный страх старости, немощности и последующей смерти.

Этот естественный страх приводит к появлению бесчисленных книг о старении и смерти. Их можно разбить на несколько категорий. Есть практические руководства по сохранению здо-

ровья в старости, причем как вполне разумные, так и балансирующие на грани шарлатанства. Другие содержат наставления о том, как принять собственную смертность и достойно встретить конец. У таких книг задача философская и моральная. Есть книги, рассматривающие биологию старения. Их также можно разделить на подвиды. Они, как правило, написаны журналистами или учеными, которыми руководит большой личный интерес в виде собственного стартапа в области предупреждения старения. Моя книга — не из их числа.

Видя, насколько бурно развивается эта область исследования, какие в нее вкладываются астрономические средства из частных и общественных фондов и какая в итоге ее окружает шумиха, я подумал, что наступил подходящий момент, чтобы кто-то вроде меня — специалист по молекулярной биологии, но не имеющий никакой личной корысти, — пристально и объективно рассмотрел проблему старения и смерти в современном понимании. Будучи лично знакомым со многими ведущими специалистами в этой области, я мог откровенно разговаривать с ними, чтобы получить непредвзятое и более глубокое представление о том, как они видят самые разные аспекты исследований процессов старения. Я намеренно не стал беседовать с теми учеными, которые четко изложили свою позицию в написанных ими книгах, особенно если эти ученые тесно связаны с коммерческими проектами по предупреждению старения, но их публично заявленные взгляды я здесь обсуждаю.

Учитывая скорость развития науки, любая книга, посвященная даже новейшим исследованиям в области геронтологии, успевает устареть еще до того, как выйдет в свет. Более того, новейшие открытия в любой области науки иногда не выдерживают проверки и подвергаются пересмотру или отбрасываются вовсе. Поэтому я постарался сосредоточиться на нескольких основополагающих принципах, на которых основаны наиболее перспективные подходы к изучению старения и борьбе

с ним. Эти принципы должны не только выдержать проверку временем, но и помочь читателю понять, как наука пришла к нынешнему знанию. Я также привожу исторические сведения, касающиеся некоторых фундаментальных исследований, которые привели к современному пониманию проблемы. Это одновременно увлекательно и важно — узнавать, сколь многое из того, что мы сейчас знаем, является заслугой ученых, работавших в совершенно иных областях биологии.

Я сказал, что у меня нет никакой личной заинтересованности в этой игре, но, конечно же, тема старения интересует каждого. Нас всех заботит, как мы встретим конец жизни, — в меньшей степени, пока мы молоды и чувствуем себя бессмертными, но куда сильнее, например, в мои 71, когда я обнаруживаю, что лишь с трудом могу (или не могу вообще) делать то, что мне с легкостью давалось еще каких-то 10 или 20 лет назад. Временами кажется, что жизнь занимает все меньше и меньше комнат в доме и двери, за которые хотелось заглянуть, с годами запираются одна за другой. Естественно, мы задаемся вопросом, какова вероятность того, что наука взломает замки и вновь отворит перед нами эти двери.

Поскольку старение тесно связано со множеством биологических процессов, моя книга будет своего рода экскурсией по значительной части современной молекулярной биологии. Мы отправимся в путешествие, в котором познакомимся с ее основными достижениями — именно благодаря им родилось современное понимание того, почему мы стареем и умираем. Попутно мы будем рассматривать программу жизни, записанную в генах, и то, как она разрушается, когда мы стареем. Разберем последствия этого процесса для наших клеток и тканей, и в итоге для нас самих — как отдельных организмов. Мы попытаемся найти ответ на захватывающий вопрос, почему все живые существа в равной степени подчиняются законам биологии, но некоторые при этом живут намного дольше, чем даже

их ближайшие родственники, и что это может значить для нас, людей. Мы беспристрастно изучим попытки увеличить продолжительность человеческой жизни, предпринимаемые в последнее время, и оценим, насколько они оправдывают тот ажиотаж, который вызывают. Помимо того, я подвергну сомнению некоторые модные идеи, например о том, что в старости люди достигают вершин в своей деятельности. Я надеюсь также затронуть важнейший этический вопрос, красной нитью проходящий через все исследования в области борьбы со старением: даже если радикальное продление жизни возможно, нужно ли оно?

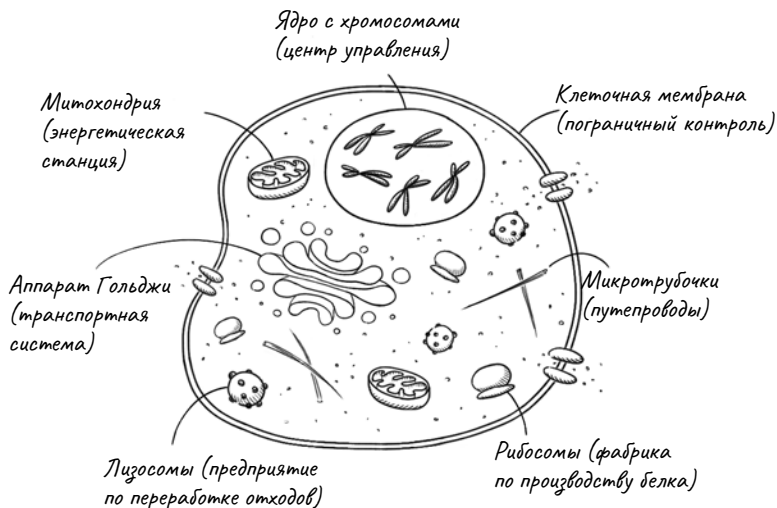
А начнем мы наше путешествие с размышления о том, что же такое смерть, и о множестве способов ее проявления, а также с рассмотрения фундаментального вопроса, почему мы умираем.

БЕССМЕРТНЫЙ ГЕН И ОДНОРАЗОВЫЙ ОРГАНИЗМ

Гуляя по улицам Лондона, я неизменно удивляюсь тому, как миллионы людей в этом городе так слаженно трудятся, перемещаются и взаимодействуют друг с другом. Чтобы это обеспечить, работают сложная инфраструктура и сотни тысяч занятых в ней горожан: метро и автобусы перевозят нас, почта и курьерские службы доставляют корреспонденцию и грузы, магазины снабжают едой, энергетические компании вырабатывают и распределяют электроэнергию, мусорщики поддерживают чистоту, вывозя колоссальные объемы отходов, оставляемых нами. В повседневной рутине мы склонны принимать этот фантастический уровень координации, присущий тому, что мы называем цивилизованным обществом, как данность.

Клетка, простейшая форма жизни, характеризуется не менее сложной организацией. В процессе своего формирования клетка создает системы, по сложности не уступающие разным частям города. Чтобы нормально функционировать, ей требуется синхронизация множества процессов, например таких, как снаб-

жение питательными веществами и удаление отходов. Транспортные молекулы доставляют груз от места, где они производятся, к отдаленным частям клетки, где он нужен. Как город не может существовать в изоляции и должен обмениваться с прилегающими территориями товарами, услугами и людьми, так и клетки живой ткани должны поддерживать связь и сотрудничать с соседями. Но в отличие от городов, не всегда ограниченных в росте, клетке нужно знать, когда расти и делиться, а когда прекращать это делать.



Клетка по своей организации не менее сложна, чем город. Здесь показаны только некоторые из ее основных компонентов, и для наглядности они отображены не в масштабе

Во все эпохи города казались их обитателям вечными. В обычной жизни мы не задумываемся о том, что город, в котором мы живем, однажды прекратит свое существование. При этом и города, и целые народы, империи и цивилизации растут и уми-

рают подобно клеткам. Говоря о смерти, мы обычно оставляем в стороне эти ее аспекты: нас заботит судьба, которая постигнет каждого из нас как индивида. Но, оказывается, довольно непросто¹ определить даже то, что такое индивид, не говоря уже о том, что понимать под его рождением и смертью.

Что именно умирает в человеке, когда наступает смерть? В этот момент большинство клеток организма еще живы. И целые органы, если их своевременно пересадить, будут исправно служить новому хозяину. Миллиарды бактерий, которых в нашем организме гораздо больше, чем наших собственных клеток, процветают как ни в чем не бывало. А иногда наблюдается обратное, например при утрате каких-то конечностей в результате несчастного случая. Утраченная часть тела определенно погибла, но грозит ли это смертью ее обладателю?

Говоря о смерти человека, мы на самом деле подразумеваем, что он перестает функционировать как единое целое. Все клетки, образующие наши ткани и органы, взаимодействуют друг с другом, формируя отдельное разумное существо, которым является каждый из нас. И если они перестают слаженно работать как одна команда, мы умираем.

Смерть в том смысле, в котором мы ее рассматриваем в этой книге, неизбежно является результатом старения. Проще всего старение можно описать как накопление с течением времени повреждений в молекулах и клетках живого организма. Эти повреждения истощают наш ментальный и физический ресурс, пока мы не утратим способность существовать как отдельная особь, — и тогда наступает смерть. Мне приходят на ум слова Хемингуэя из романа «Фиеста», где героя спрашивают, как он разорился, и тот отвечает: «Двумя способами. Сначала постепенно, а потом сразу». Постепенно идет медленное угасание, а затем — внезапная смерть. Старение можно рассматривать как процесс, начинающийся с небольших дефектов в сложной системе, которую представляет собой наш организм; они вызы-

вают более значительные сбои, проявляющиеся как возрастные заболевания и в конце концов приводящие к отказу системы в целом, то есть к смерти.

И даже при таком подходе точно указать момент смерти непросто. Раньше под смертью понимали остановку сердца, но в наши дни сердечно-легочная реанимация помогает восстановить сердцебиение. Более верным признаком смерти теперь считается прекращение активности головного мозга², но есть некоторые свидетельства, что в определенных случаях можно восстановить и ее. Разночтения в точном юридическом определении смерти могут иметь весьма серьезные последствия. В одном из двух соседних штатов США изъятие донорских органов может быть совершенно законным, а в другом — классифицироваться как убийство, даже если смерть донора определялась по одним и тем же критериям. Девушка, у которой в Окленде (штат Калифорния) установили смерть мозга, по законам штата Нью-Джерси, где жили ее родители, считалась живой. По ходатайству семьи³ ее тело вместе с системой жизнеобеспечения переправили в Нью-Джерси, где она и умерла через несколько лет.

Таким образом, точный момент смерти не поддается определению, но то же самое можно сказать и о моменте рождения. Мы существуем в утробе матери еще до появления на свет и первого вдоха. Во многих религиях началом новой жизни считается момент зачатия, но и зачатие слишком расплывчатое понятие. Существует некий промежуток времени после того, как сперматозоид соприкоснется с поверхностью яйцеклетки, в течение которого должен произойти ряд событий в определенной последовательности, прежде чем в оплодотворенной яйцеклетке будет запущена генетическая программа. После этого наступает период, длящийся несколько дней⁴, когда оплодотворенная яйцеклетка (зигота) делится несколько раз, и эмбрион (на этом этапе называемый *бластоцистой*) внедря-

ется в слизистую оболочку матки. Еще позже начнет формироваться зачаток сердца, и лишь спустя долгое время после этого, когда сформируются нервная система и мозг, растущий эмбрион обретает способность чувствовать боль.

Вопрос о том, когда начинается жизнь, не только научный: как показывают неутихающие споры об абортах, он носит общественный и культурный характер. Даже в странах, где аборты разрешены, например в США и Великобритании, закон запрещает использовать для научных исследований эмбрионы старше двух недель: приблизительно в этом возрасте у зародыша появляется так называемая первичная полоска — борозда, делящая плод на левую и правую стороны. С этого момента эмбрион уже не может разделиться и развиваться в однойцевых близнецов. Хотя мы и считаем смерть и рождение мгновенными событиями — в одно мгновение мы появляемся на свет, а в другое перестаем существовать, — границы жизни размыты. Это же верно и в отношении более крупных организационных единиц. Сложно точно определить момент, когда возникает город или когда он погибает.

Смерть может происходить на всех уровнях⁵, от молекул до целых народов, но у каждой из столь разных структурных единиц мы видим одни и те же фазы: рост, старение и гибель. При этом во всех случаях наступает переломный момент, когда составные части больше не обеспечивают функционирование целого организма. Молекулы в наших клетках согласованно взаимодействуют, чтобы клетка исправно работала, но сами они могут подвергаться химическому воздействию и в конечном итоге разрушиться. А если эти молекулы участвуют в жизненно важных процессах, то и сами клетки стареют и умирают. Триллионы клеток выполняют разнообразные задачи на разных уровнях человеческого организма (клеток, тканей, органов) и взаимодействуют друг с другом, чтобы обеспечить его нормальное функционирование. Клетки в нашем теле

отмирают постоянно без каких-либо отрицательных последствий для нас. На самом деле многие из них запрограммированы на смерть еще во время внутриутробного развития организма — это явление называется апоптозом. Однако, если погибает определенное количество важных клеток — сердца, мозга или иного столь же значимого органа, — организм теряет способность функционировать и умирает.

Мы, люди, не так уж отличаемся от клеток. У нас тоже есть свои роли внутри групп, предприятий, городов, сообществ. Потеря одного работника обычно не сказывается на эффективности крупной компании, тем более на жизни города или страны, так же как гибель одного дерева никак не повлияет на жизнеспособность леса. Но если внезапно уйдут все ключевые фигуры, например все высшее руководство, благополучие и будущее компании окажутся под угрозой.

Интересно также отметить, что продолжительность жизни соразмерна величине объекта. Большинство клеток в человеческом организме умирает и заменяется новыми множество раз, прежде чем умрет сам человек, а срок жизни предприятий обычно гораздо меньше, чем городов, в которых они работают. Принцип безопасности за счет многочисленности характерен как для эволюции живых существ, так и для развития общества. Жизнь предположительно возникла с появлением самовоспроизводящихся молекул, которые затем организовались в обособленные структуры, известные нам как клетки. Какие-то клетки позже объединялись, формируя более сложные организмы — сначала одноклеточные, потом многоклеточные. Затем организмы начали образовывать группы себе подобных, или, если говорить о людях, сообщества, города и народы. На каждом следующем уровне организации системы повышается безопасность и взаимозависимость составляющих его элементов. В современном мире вряд ли кто-то из нас мог бы выжить без взаимодействия с другими людьми.

Однако, размышляя о смерти, мы обычно имеем в виду свою собственную: прекращение нашего осознанного существования как личности. Есть явный парадокс, связанный с этим видом смерти: отдельные индивиды умирают, но сама жизнь продолжается. Я говорю сейчас не о том, что после нас остаются жить наши родные, знакомые и общество в целом. Более примечательно то, что каждое живущее сегодня существо является прямым потомком древнейшей предковой клетки, существовавшей миллиарды лет назад. Значит, пусть даже меняясь и эволюционируя все время, какая-то сущность, присутствующая во всех нас, живет непрерывно уже несколько миллиардов лет. И пока на Земле существует жизнь, так можно будет сказать о каждом живом существе, если только однажды мы не создадим полностью искусственную форму жизни.

Поскольку мы прямые потомки наших древних предков, в каждом из нас должно присутствовать нечто *неподвластное смерти*. Это информация о том, как создать новую клетку или целый организм даже после того, как изначальный носитель этой информации умер. Точно так же, как идеи и слова, изложенные в данной книге, могут сохраняться в той или иной форме еще долгое время после того, как бумажная книга рассыплется в прах.

Информация, необходимая для продолжения жизни, содержится, как известно, в генах. Каждый ген — это участок молекулы ДНК, которая хранится в виде хромосом в клеточном ядре, особом вместилище для генетического материала. Большая часть наших клеток содержит один и тот же набор генов, известный под общим названием *геном*. Всякий раз, когда клетка делится, она передает каждой дочерней клетке весь геном. Подавляющее большинство этих клеток являются просто кирпичиками нашего тела, и с его смертью они погибнут. Но часть клеток его переживет, превратившись в наше потомство — новых индивидов, которые составят следующее поко-

ление. Какая же особенность этих клеток позволяет им жить дальше?

Ответ на этот вопрос помог разрешить яростный спор, начавшийся задолго до открытия генов, не говоря уже о ДНК. Когда ученые только начали допускать идею эволюции биологических видов, родились две противоположные теории. Первая, выдвинутая французским ученым Жан-Батистом Ламарком в начале XIX в., предполагала, что приобретенные признаки могут наследоваться. Например, если жирафу приходилось постоянно вытягивать шею, чтобы объедать листья с верхних ветвей деревьев, то его потомство унаследует удлинившуюся в результате этого шею родителя. Вторую теорию — естественного отбора — предложили английские биологи Чарльз Дарвин и Альфред Уоллес. Согласно этой теории, жирафы были разными: у кого-то шея была длиннее, у кого-то короче. У длинношеих было больше возможности найти пищу, и, соответственно, они чаще оказывались способными выжить и дать потомство. И с каждым следующим поколением жирафов в силу естественного отбора выживали вариации со все более длинными шеями.

В 1858 г. работавший тогда на Малайском архипелаге 35-летний Альфред Уоллес, весьма далекий от академического мира, написал о своих идеях Дарвину, не догадываясь, что старший коллега пришел к подобным выводам на много лет раньше. Поскольку эти идеи были столь революционны и могли иметь значительные социальные и религиозные последствия, Дарвин долго не решался их обнародовать, однако письмо Уоллеса побудило его к действию. Дарвин входил в элиту британского научного сообщества и, будь он менее щепетилен, мог бы просто проигнорировать письмо и поспешить с опубликованием своей работы. Имени Уоллеса никто бы никогда не узнал. Тем не менее Дарвин представил совместный доклад на заседании Лондонского Линнеевского общества 1 июля 1858 г. Реакция на доклад была относительно сдержанной и не повлекла

за собой почти никаких немедленных последствий. Выступая с ежегодным обращением, президент Линнеевского общества сделал одно из самых неудачных заявлений в истории науки: «Этот год, в сущности, не был отмечен никакими поразительными открытиями того рода, что сразу же переворачивают, так сказать, ту область науки, в которой совершаются». И все же доклад стал важным шагом⁶ на пути к публикации в следующем году труда Дарвина «Происхождение видов», который бесспорно изменил наше понимание биологии.

В 1892 г., через 33 года после выхода фундаментальной работы Дарвина, немецкий биолог Август Вейсман выступил с убедительным опровержением идей Ламарка. Люди давно знают⁷, что секс и размножение связаны между собой, но лишь в последние 300 лет они обнаружили, что ключевым событием здесь является слияние сперматозоида с яйцеклеткой, запускаящее этот процесс. В результате оплодотворения яйцеклетки и происходит сотворение совершенно нового существа, ранее казавшееся чудом. Многоклеточное живое существо состоит из триллионов клеток, которые выполняют почти все телесные функции в организме и умирают вместе с ним. Они известны под общим названием «соматические клетки» (от лат. *soma* — «тело»). В то же время сперматозоид и яйцеклетка — это клетки зародышевой линии. Они находятся в половых железах: в семенниках у мужских особей и в яичниках у женских. Только эти клетки могут передавать наследуемую информацию (гены). Вейсман предположил, что клетки зародышевой линии могут дать начало соматическим клеткам у потомства, но обратный процесс невозможен. Это строгое различие между двумя видами клеток называется барьером Вейсмана. Так что, вытягивая шею, жираф может воздействовать на разные виды соматических клеток, составляющих мышцы и кожу его шеи, но эти клетки не могут передать какие-либо изменения своему потомству. На клетки зародышевой линии, укрытые в половых железах⁸, никакие дей-

ствия жирафа и никакие признаки, приобретенные при вытягивании шеи, повлиять не могут.

Клетки зародышевой линии, передающие гены потомству, бессмертны в том смысле, что их крохотная частица используется для создания следующего поколения как соматических, так и клеток зародышевой линии путем полового размножения, которое, в сущности, эффективно переводит назад стрелки на часах старения. В каждом поколении наши тела, или *soma*, — это лишь сосуды для передачи генов, и, выполнив задачу, они становятся ненужными. Смерть животного или человека — это на самом деле лишь гибель сосуда.

ЗАЧЕМ ВООБЩЕ СУЩЕСТВУЕТ СМЕРТЬ? Почему бы нам не жить вечно? Русский ученый-генетик XX в. Феодосий Добржанский писал: «Ничто в биологии не имеет смысла иначе как в свете эволюции»⁹. В биологии на вопрос «Почему все происходит так, а не иначе?» есть единственный ответ: потому что так распорядилась эволюция. Начав задумываться над тем, почему мы умираем, я наивно полагал, что, видимо, смерть — это стратегия природы, позволяющая новым поколениям процветать и размножаться без путающихся под ногами стариков, посягающих на ресурсы, а значит, способствующая выживанию генов. Более того, каждый представитель следующего поколения будет обладать новой комбинацией генов, отличной от родителей, и постоянная перетасовка этой колоды облегчит выживание вида как целого.

Эта идея живет по меньшей мере со времен Лукреция, римского поэта I в. до н.э. Она привлекательна, но тем не менее неверна. Беда в том, что любые гены, приносящие пользу группе за счет отдельной особи, не могут стабильно существовать в популяции из-за проблемы «мошенников». С точки зрения эволюции это любые мутации, от которых индивид выиг-

рывает за счет группы. Вообразим, например, что существуют гены, запускающие старение, чтобы люди своевременно вымирали на пользу популяции. Если у индивида произойдет мутация¹⁰, отключающая эти гены, и он проживет дольше, то получит больше возможностей завести потомство, хотя группе это пользы не принесет. В итоге такая мутация закрепится.

В отличие от людей, многие виды насекомых и большинство зерновых культур размножаются один раз в жизни. Такие виды, как почвенная нематода¹¹ *Caenorhabditis elegans* или, например, лосось, производят огромное количество потомков, а затем вскоре погибают, совершая своего рода самоубийство и предоставляя свои разлагающиеся тела для создания питательной среды для потомства. Подобное репродуктивное поведение подходит для червей, которые обычно представляют собой инбредные линии, и, следовательно, их потомство генетически идентично родительским особям. С другой стороны, репродуктивная стратегия лосося обусловлена его жизненным циклом: чтобы вернуться к месту нереста, лосось должен проплыть в океане тысячи миль. Поскольку большинству лососей вряд ли удастся совершить такое путешествие дважды*, для них лучше лишь один раз вложить все имеющиеся ресурсы в размножение, используя при этом всю энергию и даже идя на гибель, — чтобы получить достаточно потомства и максимально увеличить шансы нового поколения на выживание. Для видов, которые могут размножаться неоднократно, например человека, мухи или мыши, умирать в момент рождения потомства, которое родственно им лишь наполовину, с генетической точки зрения бессмысленно. В целом естественный отбор редко работает на пользу вида или даже группы особей. Природа, скорее, производит отбор в пользу того, что биологи-эволюционисты

* Некоторые лососевые, например атлантический лосось (семга), могут совершать такое путешествие до трех раз за свою жизнь. — Прим. науч. ред.

называют приспособленностью или способностью индивида передавать свои гены.

Если цель состоит в том, чтобы гарантировать передачу генов, то почему эволюция вообще не отменила старение? Ведь чем дольше человек живет, тем больше у него шансов оставить потомство. Если коротко, то дело в том, что на протяжении большей части истории нашего вида жизнь отдельного индивида продолжалась недолго. Обычно болезни, несчастные случаи, хищники или враги убивали большинство людей еще до достижения 30-летнего возраста. Так что у эволюции не было причин проводить отбор в пользу долголетия. Однако теперь, когда мы сделали мир более безопасным и благоприятным для нас, почему продолжительность жизни больше не увеличивается?

За решение этой загадки в 1930-е гг. взялись два представителя британской научной элиты, Джон Бёрдон Сандерсон Холдейн и Рональд Фишер. Биолог Холдейн, обладавший поистине энциклопедическими знаниями, изучал практически все, от механизмов действия ферментов до происхождения жизни. Он придерживался социалистических воззрений¹² и в конце жизни, разочаровавшись в Британии, переехал в Индию, где и умер. Что касается Фишера, его фундаментальный вклад в статистику расширил наше понимание эволюции и заложил основы рандомизированного клинического исследования, которое используется для тестирования новых лекарств и методов лечения и уже спасло миллионы жизней. Спустя более полувека после смерти (1962) Фишер приобрел скандальную славу из-за своих идей в области евгеники и расового превосходства. Недавно руководство кембриджского колледжа Гонвилл-энд-Киз, где Фишер когда-то работал, демонтировало витраж¹³, посвященный одной из ключевых идей ученого, касающихся проведения экспериментов, и где сейчас находится этот витраж, никто точно не знает.