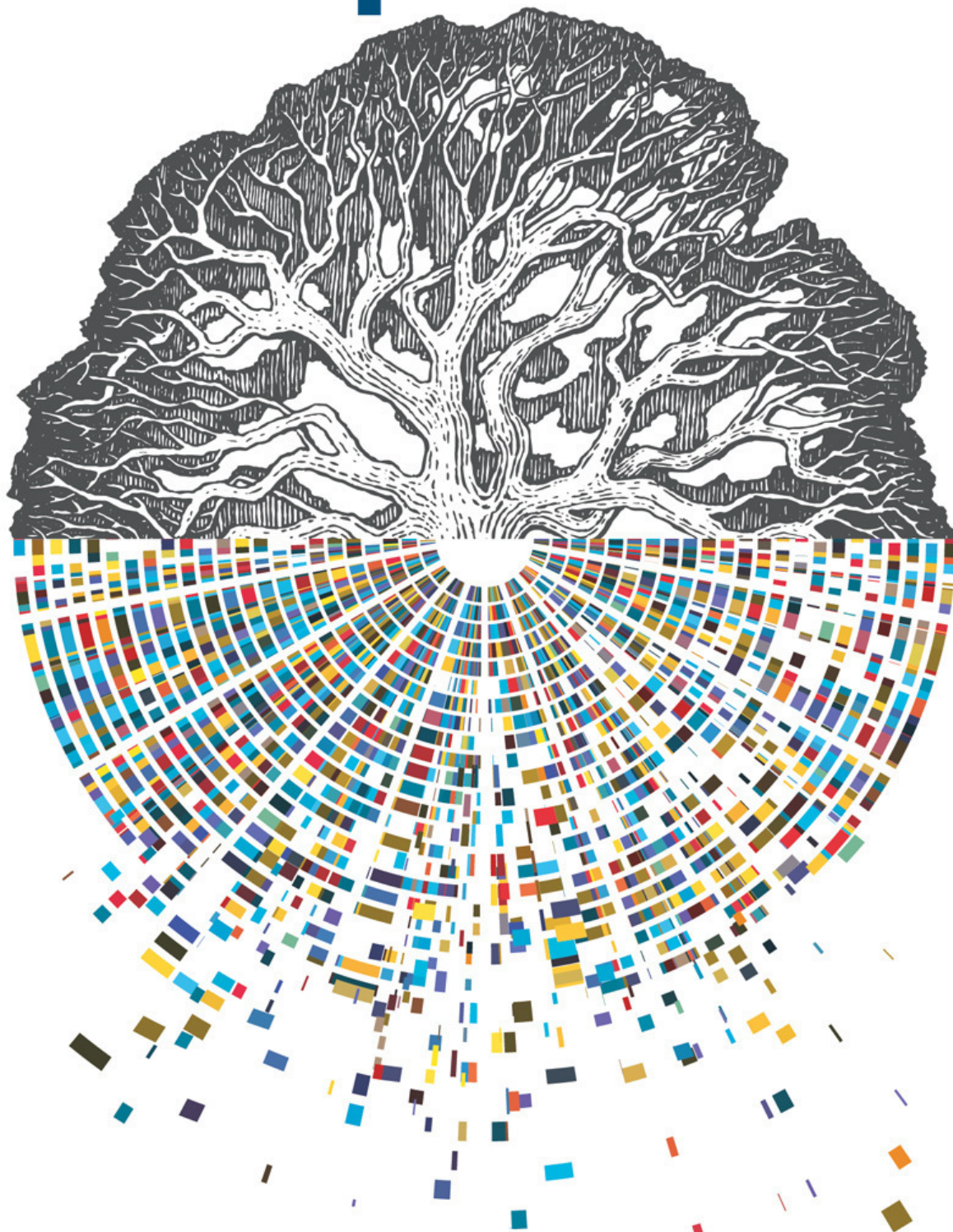


ПЁТР ФЕДИЧЕВ

Взломать старение



Почему теперь
мы сможем жить дольше

Пётр Федичев

**Взломать старение. Почему
теперь мы сможем жить дольше**

«Альпина Диджитал»

2023

Федичев П. О.

Взломать старение. Почему теперь мы сможем жить дольше /
П. О. Федичев — «Альпина Диджитал», 2023

ISBN 978-5-96-148400-7

Современные исследования показывают, что продление жизни на 10 или 20 лет – не предел для современных медицинских технологий. Исследователи и предприниматели работают над преодолением так называемого видового предела продолжительности жизни человека в 120–150 лет, что требует более агрессивных подходов, чем последовательное искоренение возрастных изменений. Впереди сложный и интересный путь, а в случае успеха нас ждет невероятный приз – полная остановка старения человека. Экспериментальное подтверждение не-старения, или, как его осторожно называют, пренебрежимого старения, у некоторых высших животных появилось лишь в последние годы и стало поворотной точкой для многих специалистов, в том числе и для меня лично. А эта книга попробует совершить такую же революцию в сознании тех, кто в принципе задумывается о долголетию, возрастзависимых заболеваниях и, главное, способах оставаться активным и объективно молодым в любом возрасте. Из книги Петра Федичева, доктора философии (Ph. D.), российского биофизика, основателя и научного директора биотех-компании Gero, читатель узнает, какие способы борьбы со старостью и смертью пыталось изобрести человечество на протяжении истории и почему в XXI веке мы впервые получили шанс на успех. Вместо демографической катастрофы мы получили новый фазовый переход: снижается рождаемость и одновременно происходит увеличение продолжительности жизни населения. Изменения происходят так быстро, что все чаще приходится слышать об ожидаемом «серебряном цунами» – по цвету седых волос. Мы увидим, что эволюция человека продолжается и в первую очередь отбирает генетические признаки, связанные с социализацией и способностью к обучению. Оказывается, что эти же признаки помогают достичь увеличения продолжительности жизни. Для

кого Для всех, интересующихся проблемой старения не только в контексте научных исследований, но и с точки зрения развития общества и бизнеса.

ISBN 978-5-96-148400-7

© Федичев П. О., 2023

© Альпина Диджитал, 2023

Содержание

Недетский вопрос	9
Memento mori (помни о смерти), или Краткая история смерти	14
Гуманитарный императив или дух времени?	21
Как заглянуть в будущее?	21
Конец ознакомительного фрагмента.	27

Пётр Олегович Федичев

Взломать старение: Почему теперь мы сможем жить дольше

В книге упоминаются социальные сети Instagram и/или Facebook, принадлежащие компании Meta Platforms Inc., деятельность которой по реализации соответствующих продуктов на территории Российской Федерации запрещена.

Редакторы *Анна Киреева, Сырлыбай Айбусинов*

Главный редактор *С. Турко*

Руководитель проекта *О. Равданис*

Художественное оформление и макет *Ю. Буга*

Корректоры *Е. Аксёнова, А. Кондратова*

Компьютерная верстка *М. Поташкин*

Иллюстрация на обложке [shutterstock.com](https://www.shutterstock.com)

Все права защищены. Данная электронная книга предназначена исключительно для частного использования в личных (некоммерческих) целях. Электронная книга, ее части, фрагменты и элементы, включая текст, изображения и иное, не подлежат копированию и любому другому использованию без разрешения правообладателя. В частности, запрещено такое использование, в результате которого электронная книга, ее часть, фрагмент или элемент станут доступными ограниченному или неопределенному кругу лиц, в том числе посредством сети интернет, независимо от того, будет предоставляться доступ за плату или безвозмездно.

Копирование, воспроизведение и иное использование электронной книги, ее частей, фрагментов и элементов, выходящее за пределы частного использования в личных (некоммерческих) целях, без согласия правообладателя является незаконным и влечет уголовную, административную и гражданскую ответственность.

© Пётр Федичев, 2023

© ООО «Альпина Паблицер», 2023

* * *

Пётр Федичев

Взломать старение

Почему теперь
мы сможем жить дольше



альпина
ПАБЛИШЕР
МОСКВА
2023

Посвящается Папе и Маме. Всё хорошее в этой книге – благодаря им. За всё остальное отвечаю только я.

Недетский вопрос

Когда я только начал писать эту книгу, моему сыну было почти пять лет. Как и положено в таком возрасте, Семён задумывался о том, кем он станет, когда вырастет. Услышав рассказ об астероиде, в результате столкновения с которым наша планета лишилась динозавров, и подкрепив впечатления просмотром устрашающего видео на YouTube, сын объявил, что в будущем полетит на Луну и будет оттуда защищать нашу планету от угрожающих ей небесных тел. Работа, ясное дело, предстоит непростая, а поэтому надо быть сильным, лучше даже вырасти гигантом. Плюс такую миссию не провернуть в одиночку. Сын сразу записал в свою команду меня, бабушку и дедушку тоже собирался, когда вдруг осознал грустный факт: «Они же уже старенькие! Им будет очень трудно сбивать кометы! Папа, можно сделать так, чтобы люди не старели?»

Судя по вопросу «Куда именно попали динозавры, когда вымерли?», этот человек будущего еще не понимает, что значит смерть. Но уже отлично представляет себе, что такое старость. Если все пойдет «нормально», то есть так же, как у большинства остальных детей, не позже чем через два года Семён осознает, что умереть – это навсегда. Чуть позже поймет, что смерть касается его в той же степени, что и других. Это, несомненно, будет драма, но ненадолго: у семилетки много куда более важных проблем.

Этот сюжет повторялся на нашей планете уже десятки миллиардов раз: каждый достигший сознательного возраста человек задается вопросами о старости и смерти и получает более или менее подходящие объяснения их неотвратимости. Но нынешние дошкольники, возможно, первое поколение, для которого «очевидные» и «проверенные временем» ответы на эти фундаментальные вопросы будут поставлены под сомнение благодаря революции в биологии и медицине. Снова будущее перестанет быть прежним.

Я окончил МФТИ и получил степень доктора философии (PhD) в Университете Амстердама, работал над проблемами физики конденсированного состояния – области теоретической физики, изучающей макроскопические свойства сильно взаимодействующих систем. Я перешел на «темную сторону» – вместе с единомышленниками основал Gero, коммерческую компанию, с целью победить старение, используя представления и методы, заимствованные из физики и технических наук.

Не секрет, что в XX веке физические науки приобрели непререкаемый авторитет в глазах широкой публики и сильных мира сего в первую очередь благодаря созданию ядерного оружия. Хотя к концу Второй мировой войны уже появились технологии, позволяющие за сутки обрушить десятки тысяч тонн фугасных и зажигательных бомб на немецкие и японские города, результат применения нового оружия все равно произвел ошеломляющий эффект. Вот почему еще многие годы государства по обе стороны железного занавеса финансировали практически любые проекты ученых.

Никакое потрясение не может длиться вечно, а потому даже шок и трепет в результате взрыва термоядерной «Царь-бомбы» на Новой Земле постепенно сошли на нет. Для того чтобы приносить пользу обществу, ученым теперь приходится соревноваться с котиками за внимание пресыщенной аудитории соцсетей. А для этого требуется создавать все новые и новые, прежде всего ориентированные на потребителя технологии.

Война, конечно, все еще остается прибыльным делом, но современные демографические модели уверенно предсказывают снижение вероятности крупных конфликтов и неизбежность осознания выгод глобализации. Мощь современных вооружений резко снизила готовность решать любые международные проблемы военным путем. Более того, воевать становится

некому – происходит стремительное старение населения: в отчете ООН от 2019 года¹ говорится, что к 2050-му каждый шестой человек на планете будет старше 65 лет (в 2019 году – лишь каждый 11-й), а в Европе и Северной Америке – каждый четвертый. Возраст усмиряет безрассудство и уж точно не добавляет здоровья, а потому смена социальных приоритетов неизбежна.

Эти наблюдения подтверждаются цифрами. В 2018 году в мире было потрачено свыше \$1,8 трлн на военные цели, в то время как расходы на здравоохранение составили, по данным Всемирной организации здравоохранения (ВОЗ)², \$8,3 трлн, из которых \$1,3 трлн пришлось на лекарства. Ставки так высоки, а тренды таковы, что в XXI веке биотехнологии вызовут такие же революционные изменения, как энергетика и информационные технологии в прошлом.

Со времен Галилея физические науки стали главным инструментом технологической революции. Принципы и подходы, принятые в точных и технических науках, позволяют не только объяснять происходящие события, но и создавать принципиально новые, зачастую не существовавшие доселе материалы и устройства. Ни атомная бомба, ни реактивные двигатели самолетов не имеют прямых природных аналогов в окружающем нас мире. Если бы от науки требовалось всего лишь хорошо описывать и копировать сотворенное природой, то самолеты бы сейчас летали, размахивая крыльями.

Физики первыми столкнулись с по-настоящему сложными системами и выработали адекватный язык и математический аппарат для их моделирования. Возникновение новых уровней сложности в изначально просто устроенных системах происходит постоянно и сопровождается бифуркациями или «катастрофами», то есть возникновением нового уровня порядка в ответ на самые незначительные воздействия. Возникшее за короткий срок огромное разнообразие форм живых организмов во время кембрийского взрыва 540 млн лет назад, рождение государств и империй, появление интернета в 1991 году или презентация iPhone в 2007-м – каждый такой «фазовый переход» порождает катастрофическую перестройку экосистем или рынков. Одновременно при этом возникает новое качество – появляются новые участники и новые отношения между ними.

Вблизи фазового перехода, или вблизи критической точки, самые разные сложные системы ведут себя во многом похоже, или, как говорят физики, проявляют универсальные свойства. В первую очередь резко возрастают корреляции между компонентами системы, а потому поведение систем перестает зависеть от их детального устройства. Возникает синхронизация между процессами и как следствие упорядочивание. Вот почему признаки новой фазы часто называют параметрами порядка. Чаще всего признаки новой фазы появляются одновременно и поначалу нарастают экспоненциально.

Прямо на наших глазах человечество переживает фазовое превращение, получившее название демографического перехода и связанное со стабилизацией численности населения на планете. Опираясь на работы замечательного ученого Сергея Петровича Капицы, мы проследим, как способность к коллективному труду в составе огромных групп людей вызвала к жизни технологическую цивилизацию, которая обеспечила нашему виду доминирование на планете и взрывной, сверхэкспоненциальный рост на протяжении последнего миллиона лет, несмотря на климатические катастрофы и разрушительные войны. Конечно, так просто не могло продолжаться вечно: экстраполяции обещали перенаселение уже в 2020-х годах. Рост начал замедляться в конце прошлого века, как только время удвоения популяции стало приближаться к времени, необходимому для роста и достижения зрелости человека.

¹ United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2019). World Population Prospects 2019: Highlights https://population.un.org/wpp/Publications/Files/WPP2019_Highlights.pdf.

² World Health Organization (2020). Global spending on health: Weathering the storm. <https://apps.who.int/iris/rest/bitstreams/1322903/retrieve>.

Вместо демографической катастрофы мы получили новый фазовый переход: снижается рождаемость и одновременно происходит увеличение продолжительности жизни населения. Изменения происходят так быстро, что все чаще приходится слышать об ожидаемом «серебряном цунами» – по цвету седых волос. Мы увидим, что эволюция человека продолжается и в первую очередь отбирает генетические признаки, связанные с социализацией и способностью к обучению. Оказывается, что эти же признаки помогают достичь увеличения продолжительности жизни.

Чтобы разобраться, почему и, главное, как это происходит, мы расскажем, как появляются признаки старения у растущего организма. Мы увидим, что, несмотря на то что жизнь в так называемых открытых системах, способных обмениваться энергией и веществом с окружающей средой, может, в принципе, продолжаться вечно, в реальном мире продолжительность жизни животного связана с требованиями среды обитания, диктующими скорость развития.

Окажется, что животные, достаточно приспособленные к среде обитания и потому способные позволить себе длительное время роста без риска быть съеденным или погибнуть в результате голода или инфекционных заболеваний, могут одновременно обрести несколько важных преимуществ. Во-первых, в этом случае можно затрачивать значительные ресурсы на регенерацию и исправление повреждений и, как следствие, увеличить продолжительность жизни. Во-вторых, замедление развития и роста может помочь развить социальное поведение, язык и другие признаки, в еще большей степени способствующие адаптации. Если оба фактора начинают работать вместе, в природе возникает ситуация, когда старение может быть существенно замедлено, если не остановлено вообще.

О простейших животных, способных к регрессу развития или не испытывающих признаков старения, ученым известно очень давно. С 1970-х годов идут разговоры о том, что старение даже высших животных может быть крайне медленным или отсутствовать вообще. В начале XXI века наконец появились экспериментальные подтверждения отсутствия возрастных изменений уже у млекопитающих – голого землекопа и некоторых представителей подотряда летучих мышей.

Экспериментальное подтверждение не-старения, или, как его осторожно называют, пренебрежимого старения, у некоторых высших животных появилось лишь в последние годы и стало поворотной точкой для многих специалистов, в том числе и для меня лично. А эта книга попытается совершить такую же революцию в сознании тех, кто в принципе задумывается о долголетию, возрастзависимых заболеваниях и, главное, способах оставаться активным и объективно молодым в любом возрасте.

Мы увидим множество примеров пренебрежимого старения в природе и узнаем, что естественный отбор способен исключить старение в результате перебора случайных мутаций за относительно небольшое, по эволюционным меркам, время. Это не должно нас удивлять, потому как любой ген, меняющий параметры метаболизма или возможности систем исправления повреждений, так или иначе влияет на траекторию развития продолжительности жизни. А потому не существует никакого отдельного «гена старения»: замедление старения достигается в природе различными (хотя и часто прерывающимися) способами.

Демографические данные и все больший объем исследований биомаркеров старения человека показывают, что человек очень похож на пренебрежимо стареющих животных. Представители нашего вида способны эффективно контролировать признаки старения на протяжении десятилетий, а резкий переход к связанному с потерей здоровья развитию старческих болезней происходит не сразу после рождения или даже взросления, а все позже, в конце жизни человека. До сих пор увеличение продолжительности жизни человека происходило естественным путем в результате эволюции. Мы живем в момент внедрения в медицинскую практику технологий редактирования генома человека, а значит, уже вскоре продолжительность жизни без болезней начнет увеличиваться в результате прямого человеческого вмешательства.

Мы ищем связь возрастных изменений с рисками болезней и выявляем факторы, которые могут сделать человека более устойчивым к разрушительным внутренним повреждениям или факторам среды. Наша цель – создать технологические решения, способные остановить старение человека, то есть сделать человека пренебрежимо стареющим. Если эта программа будет осуществлена, следующее поколение получит в расчете на всех своих представителей еще триллион лет жизни.

На сегодняшний день нам в Gero, а также нашим коллегам в сфере биотехнологии десятилетия, удалось разработать методы количественного измерения старения и приступить к созданию и испытаниям принципиально нового класса медицинских препаратов, способных не только замедлить, но и (пускай пока только в экспериментах на животных) обратить вспять возрастные изменения.

Понимаю, что все, кто вырос с установками «старость неизбежна», обещания жизни без старения воспринимают как заголовки таблоидов. Еще в 2019 году были получены доказательства, что некоторые из давно применяемых и совсем недавно прошедших клинические исследования лекарств способны продлить жизнь человеку, предотвращая или замедляя течение сразу нескольких возрастзависимых заболеваний. Пускай эффект пока невелик – всего несколько лет, но на наших глазах перспективные технологии продления человеческой жизни, разработанные в лабораториях, апробируются в клиниках. Лабораторные животные уже получили возможность жить в несколько раз дольше, чем в дикой природе. Не будет преувеличением предположить, что в ближайшее время в арсенале врачей должны появиться принципиально новые препараты и технологии, способные продлить жизнь человека как минимум на десятилетие. И это не предел!

Демографический переход – это не просто нарастающий темп изменений вокруг нас. Жизнь до и после точки фазового превращения будет различаться невероятно. Очень непросто представить, какие именно изменения из тех, которые мы можем увидеть уже сейчас, окажутся ростками новой жизни. Если такие и есть, то их надо искать среди экспоненциально развивающихся, а потому наиболее вероятно связанных с новым порядком технологий. Применительно к теме нашего рассказа, мы видим накопление огромного количества оцифрованных медицинских данных, расшифровку человеческого генома или внедрение технологий искусственного интеллекта для анализа и выявления связей между генетическими признаками и состоянием здоровья человека.

Важно понимать, что возникновение нового порядка не сводится лишь к развитию технологий в инженерном смысле этого слова. На наших глазах происходят важнейшие социальные перемены – пандемия COVID-19 заставляет обратить внимание на уязвимость все большего числа пожилых пациентов, происходит кризис и преобразование систем пенсионного обеспечения и здравоохранения, утверждение принципов доказательной медицины, ужесточение процедур испытаний и регистрации новых препаратов. На наших глазах развивается рынок капиталов и венчурного финансирования, способный финансировать самые амбициозные проекты – от создания в кратчайшие сроки вакцин или лекарств против того же COVID-19 до освоения Марса. Еще буквально 10 или 20 лет назад подобные начинания были доступны для реализации лишь силами самых богатых государств.

Сейчас победа над старением кажется невероятной, но, как только это произойдет, многие привычные представления будут поставлены под сомнение. Я надеюсь, что эта книга будет интересна для многих: полезно будет подумать о том, сколько лет еще предстоит работать, стоит ли стремиться получить новую профессию и сколько потребуются сбережений на долгую и желательно безбедную старость. Я поделюсь соображениями для инвесторов, ведь биотехнологии сейчас – это то, чем интернет был в начале 2000-х. И, наконец, мне хочется увлечь исследованием старения хотя бы одного студента, ибо нет более интересной и важной научной задачи, чем сделать человека нестареющим существом.

Разумеется, предложенный взгляд на вещи будет крайне предвзятым и субъективным – биолог или медик рассказал бы о проблеме не так, как я, инженер-физик, а теперь еще и технологический предприниматель. Но в любом случае мой рассказ будет опираться на экспериментальные научные данные, выводы ведущих специалистов и подкреплён ссылками на актуальную литературу. Я постараюсь везде указывать даты ключевых публикаций – это лучший способ продемонстрировать то, как много важнейших результатов было получено в последние годы и даже месяцы.

История спасения человечества от старости только начинается, а потому и мы не будем торопиться и в качестве аперитива позволим себе небольшой экскурс в историю непростых отношений человека и смерти.

Memento mori (помни о смерти), или Краткая история смерти

Жизнь на нашей планете зародилась миллиарды лет назад (впрочем, это не точно³). В те далекие времена биологические процессы едва ли можно было отличить от химических реакций и геологических изменений. Со временем все более сложные комплексы органических молекул научились поглощать и преобразовывать энергию Солнца, изменили атмосферу планеты, стабилизировали климат и теперь посылают сложные исследовательские зонды в космическое пространство. У этого, по меткому выражению Ричарда Докинза, «самого грандиозного шоу на Земле»⁴ очень долго не было зрителя и уж тем более не могло быть конца. Воистину, что может длиться дольше, чем неостановимый круговорот химических реакций? Смерть не могла появиться раньше, чем возникли существа, способные осознавать ограниченность своего бытия.

Осознание своей смертности является одним из определяющих признаков нашего рода и некоторых высших приматов. Первые захоронения неандертальцы делали, вероятно, уже 50 000 лет назад, а коллективный травматический опыт столкновения юного человечества со смертью увековечен в виде бесчисленных, но разительно схожих у разных народов мифов.

Тема бессмертия стала центральной уже в древнейших дошедших до нас литературных произведениях – шумерско-аккадском «Эпосе о Гильгамеше» или в гомеровской «Одиссее». В первом случае главный герой отправляется в странствия в поисках вечной молодости. Во втором у врат в царство мертвых самый прославленный ахейский воин Ахилл признается Одиссею, что готов променять всю данную ему власть в мире теней на возвращение к живым в качестве поденщика у бедного пахаря.

С тех пор, то есть как минимум с III тысячелетия до нашей эры, проходимцы, пророки и мудрецы не устают обещать людям вечную жизнь (в этом мире или в потустороннем). Эта мечта объединяет всех когда-либо живших людей, наряду с грезами о полете к звездам. В разные эпохи предлагались различные способы обретения бессмертия. Долгое время люди уповали на божественное вмешательство; популярна была аскеза, желательно в сочетании с духовными практиками. Теперь на смену ожиданию помощи с небес пришла вера в благодатный искусственный интеллект и экспоненциальные технологии: в этом смысле маркетинговый питч современных трансгуманистов о технологической сингулярности мало отличается от обещаний второго пришествия.

В начале времен смерть была всеильна: боги играли в кости, а до людей им было мало дела. Мир был полон насилия, антисанитарии вкупе с хроническим недоеданием, отсутствием элементарных медицинских познаний. Жизнь обрывалась внезапно, только отдельным счастливым удавалось доживать до преклонного возраста: это считалось знаком благосклонности богов и автоматически возносило долгожителя на социальный Олимп. Например, Спартой управлял совет старейшин из 30 человек: 28 геронтов (людей старше 60 лет) и двух царей.

Будущее никогда не обещало ничего хорошего – только голод, войну или болезни. Не было места понятию прогресса: время текло не линейно, а циклично, следуя смене сезонов года, социальные изменения не ощущались. Впереди могло стать только хуже, а потому развивались идеи регресса: представления о Золотом веке, утерянном вместе с бессмертием рае земном, etc. Сама идея долголетия считалась практически неосуществимой, а мысль об этом – почти греховной, благодатной почвой для сделок с нечистой силой.

³ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1526419/>.

⁴ Докинз Р. Самое грандиозное шоу на Земле: Доказательства эволюции. – М.: Corpus/Астрель, 2012.

Но спрос рождал предложение, и недостатка в изобретателях, естествоиспытателях и мечтателях не было никогда. Уже в древнейшие времена инженеры предлагали затратные (как же без этого?), хотя лишь отчасти полезные, решения: например, египетские пирамиды – настоящие фабрики бессмертия для представителей элиты. Но, справедливости ради, еще ни один бизнес-план не обманул столько инвесторов, сколько обмануло предложение профинансировать разработку лекарства от старения.

На закате жизни Чингисхан пригласил к себе в ставку знаменитого китайского целителя Чан-Чуня, якобы владевшего секретом эликсира долголетия. Ученик Чан-Чуня так описывает их разговор: «Чингис был доволен; он пригласил его сесть и приказал подать ему кушанья; потом спросил его: "Святой муж! Ты пришел издалека; какое у тебя есть лекарство для вечной жизни, чтобы снабдить меня им?" Учитель отвечал: "Есть средства хранить свою жизнь, но нет лекарства для бессмертия". Чингисхан похвалил его чистосердечие и прямоту»⁵.

По подсчетам российского демографа Анатолия Вишневого, ожидаемая продолжительность жизни в европейской части России в 1896–1897 годах для мужчин составляла 29,43 года, в США – 48,23 года, женщин в России – 31,69 года, в США – 51,08 года⁶. О перспективах долголетия в нашем отечестве можно косвенно судить по текстам русских классиков. Пушкин считает старушкой мать Татьяны и Ольги Лариных, которой едва ли больше сорока, Лев Толстой на протяжении всего романа «Война и мир» называет старой графиню Ростову – в начале описываемых событий ей всего лишь около 45 лет.

Средние цифры, конечно, лукавы и включают в себя высочайшую детскую смертность и смертность женщин при родах, смертность, вызванную голодом и войнами. Нужно понимать, что люди, дожившие до 40–50 лет, имели приличные шансы жить и после 60. Тем не менее в мире без антибиотиков любая травма или инфекция могла стать смертельной: римский император Октавиан Август лишился на протяжении полутора лет двух наследников – Луция и Гая Цезарей 19 и 24 лет от роду, причем второго в результате заражения крови после ранения. Вплоть до начала XX века во время войн армии теряли больше солдат из-за голода и болезней, чем на поле брани.

Научно-технический прогресс рационализировал смерть, и теперь старуха с косою более не приходит когда заблагорассудится, в полном соответствии с неисповедимым божественным промыслом. Как и положено, в просвещенные времена смерть подчинена точным математическим законам. Оказалось, что шанс человека скончаться по любой причине – от тяжелой болезни или дорожно-транспортного происшествия – удваивается каждые восемь лет начиная примерно с 40 лет. Эта закономерность открыта в 1825 году Бенджамин Гомперцем – математиком, астрономом и финансистом.

Бенджамин Гомперц определенно является моим героем. Он родился в состоятельной еврейской семье торговцев алмазами в Лондоне 5 марта 1779 года. Мальчик с детства демонстрировал блестящие математические способности. Однако дорога в колледж для евреев в то время была закрыта, а потому Бенджамин учился сам, причем настолько продуктивно, что в 1819 году его избрали в Лондонское королевское общество, где он приобрел славу блестящего математика, а также опубликовал серию работ по астрономии. Параллельно с научной деятельностью в 1810 году Гомперц начал карьеру маклера на Лондонской бирже.

В 1820 году коммерческие интересы его шурина Мозеса Монтефиоре, заинтересовавшегося страховым делом, заставили Бенджамина обратиться к исследованиям смертности, а уже в 1825 году он опубликовал *magnus opus*, главную работу своей жизни⁷. С английского название

⁵ Чан Чунь. Описание путешествия даосского монаха Чан Чуня на Запад / В сб. «Пустыня Тартари» / Свод Bibliotheca Gumilevica. Серия альманахов «Арабски истории». Вып. 2. Пустыня Тартари. Составление и подготовка издания А. И. Куркчи. – М.: ДИ-ДИК, Объединение «Танаис», 1995.

⁶ Демографическая модернизация России 1900–2000. Под ред. Анатолия Вишневого. – М.: Новое издательство, 2005.

⁷ B. Gompertz. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the

работы можно перевести как «О природе функции, выражающей закон смертности человека, и о новом способе определения стоимости страхования жизни».

Оказывается, время дожития зависит от двух одновременно происходящих процессов, результатом которых является наступление смерти. Один из них представляет собой проявления чистого, то есть независимого от возраста и других факторов, случая (учет этой фоновой компоненты смертности и есть вклад Мейкхама). Второй же отражает спадающую по экспоненциальному закону способность организма выдерживать повреждения и стрессы. Два века спустя исследователи современности используют новейшие технологии, включая последние достижения генетики и искусственный интеллект, чтобы наполнить смыслом это определение старения и воплотить такое понимание процессов старения в эффективные медицинские технологии.

Оставим рефлексию о природе старения для последующих глав, а пока отметим, что уже в викторианской Англии научные достижения сразу же находили применение в бизнесе. Исследования математических законов старения и смерти были замечены не кем иным, как Натаном Ротшильдом, компаньоном и родственником Монтефиоре. Они предложили Гомперцу занять должность главного актуария (то есть специалиста по оценке рисков) в учрежденной ими в 1824 году Alliance Assurance Company. К слову, предыдущая попытка Гомперца устроиться на такую же работу в другую страховую компанию закончилась неудачей: несмотря на несомненную квалификацию соискателя, ему помешало его происхождение. Alliance Assurance после ряда слияний и поглощений работает и по сей день под именем RSA Insurance Group. По состоянию на 2020 год в подразделениях страхового гиганта в 26 странах работало 12 000 сотрудников, а капитал в размере более £5 млрд можно назвать памятником математическому таланту и практицизму замечательного ученого.

В XXI веке стало аксиомой, что наука и технологии являются основным мотором революционных общественных изменений. Меньше принято признавать, что это дорога со встречным движением. Оглядываясь в прошлое, нельзя не заметить, что момент открытия закона Гомперца отнюдь не случаен. Оно стало возможным вследствие фундаментальных изменений в структуре смертности в последние столетия: в обществе снижается уровень насилия и последовательно искореняются инфекционные болезни. Закон экспоненциального роста смертности от возраста просто не мог быть открыт в Средние века, когда риск погибнуть от инфекции был чудовищным, особенно для детей до 10 лет, зато дальше почти не рос с возрастом. Дожившие до средних лет счастливицы успевали повстречаться и победить в столкновениях с важнейшими патогенами, а потому становились менее уязвимыми благодаря приобретенному иммунитету. Вот почему в Венецианской республике человек, доживший до 30, платил за страхование жизни меньше, чем его более юные современники.

Фактическое удвоение продолжительности жизни в XX веке (до 80 лет в развитых странах) навсегда изменило отношения между человеком и смертью. В наши дни мы живем с ощущением, что смерть случается редко, всегда не с тобой и точно не скоро. Гораздо больше нас беспокоят нежелательные изменения во внешности, слабеющее здоровье, упадок сил и страдания наших близких, связанные с болезнями в конце жизни. Человек все еще «смертен, причем внезапно», но смерть теперь все чаще происходит в результате многолетнего развития хронических заболеваний.

Меняется и характер смертельных угроз: в произведениях русской, да и зарубежной классики старики не умирают от болезни Альцгеймера. Место сифилиса, тифа и туберкулеза сейчас занимают сердечные и онкологические заболевания. Гораздо медленнее меняется медицинская парадигма: воодушевленные колоссальными успехами в лечении инфекционных заболеваний, медицинские профессионалы наращивают усилия по методичному искоренению

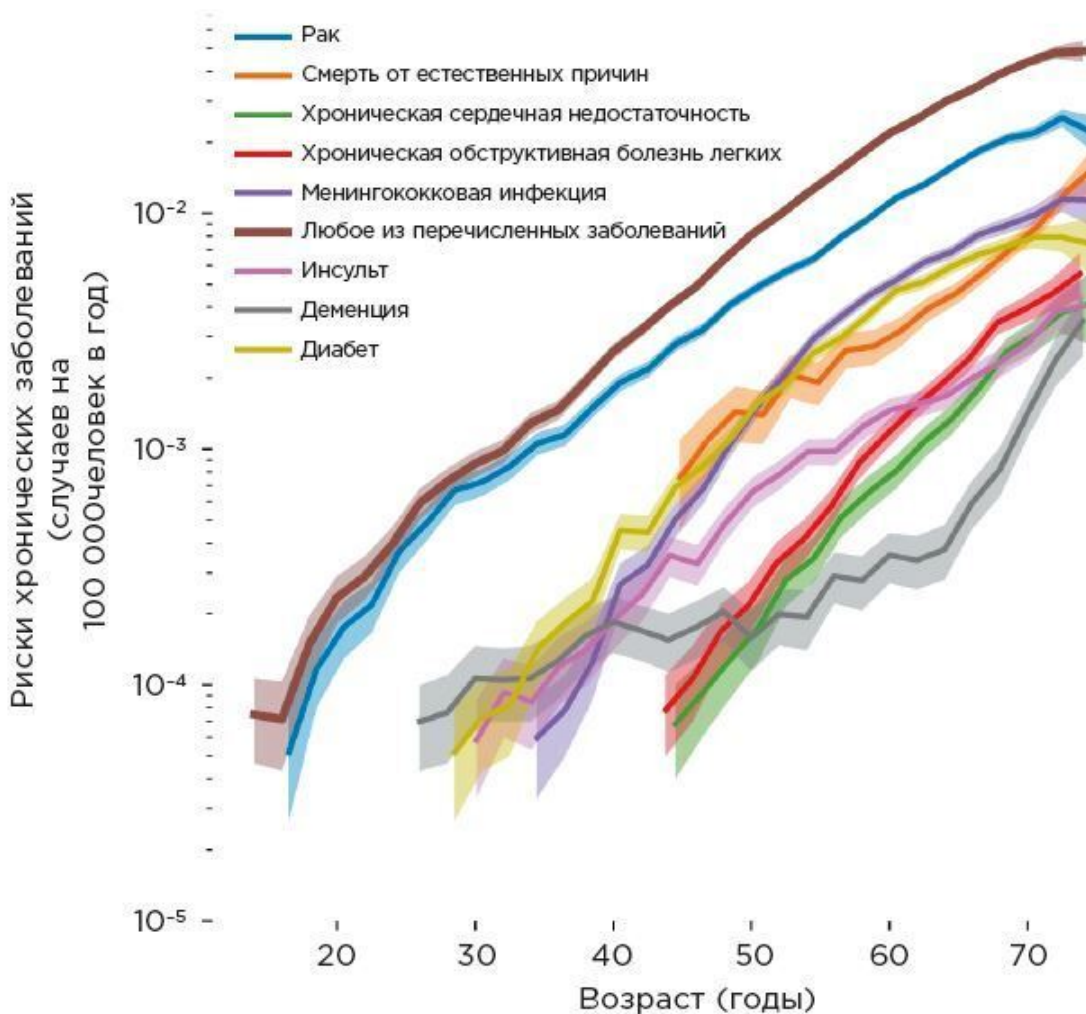
каждого из многочисленных хронических недугов. Но насколько эффективен такой «последовательный» подход?

За последние 50 лет прогресс, достигнутый в диагностике, лечении и предотвращении сердечно-сосудистых заболеваний, уже привел к значительному снижению риска смерти в результате болезней сердца. Именно поэтому, а вовсе не в результате ухудшения экологических условий, как часто говорят, люди стали доживать до возникновения онкологических заболеваний. Вот почему в последние годы в развитых странах именно злокачественные опухоли становятся главной серьезной медицинской проблемой, угрожающей жизни человека.

Согласно данным исследований PURE (Prospective Urban and Rural Epidemiologicstudy), опубликованных в журнале *Lancet* в 2019 году⁸, риск смерти от рака вышел на первое место в статистике смертности в таких странах, как Швеция, Канада, Аргентина, Чили и Турция. По нашим данным (см. *Communications Biology*, 2019⁹), рак является первым возрастзависимым диагнозом у 51 % участников UK Biobank – одного из крупнейших национальных биобанков из доступных для исследования источников медицинской информации в мире.

⁸ Jonathan Kocarnik. Cancer's global epidemiological transition and growth. *The Lancet* (September 2019).

⁹ Aleksandr Zenin, Yakov Tsepilov, Sodbo Sharapov, Evgeny Getmantsev, L. I. Menshikov, Peter O. Fedichev and Yurii Aulchenko. Identification of 12 genetic loci associated with human healthspan. *Communications Biology*, 2019; 2: 41. <https://www.nature.com/articles/s42003-019-0290-0>.



Старение — это процесс экспоненциального увеличения рисков развития возрастзависимых заболеваний и смерти

Смену тренда и новые запросы, связанные со здоровьем избирателей, ощутили политики, и уже в 1971 году президент США Ричард Никсон подписал закон, положивший начало национальной программе с амбициозной целью — искоренить рак как одну из основных причин смертности. Так, чуть больше полвека назад человечество бросило вызов болезни, и сейчас благодаря более чем \$100 млрд, потраченным на исследования, и усилиям целого поколения ученых вместо привычных токсичных лекарств, атакующих раковые клетки, появились новые, высокоэффективные и все более безопасные средства. В результате внедрения революционных методов лечения десятилетняя выживаемость онкологических больных уже превысила 50 %. Это, конечно, средние цифры. В случае рака простаты и молочной железы цифра еще оптимистичнее — 60 %, для рака легких, увы, все еще меньше чем 10 %.

Казалось бы, решая одну медицинскую проблему за другой, смерть можно отодвинуть дальше и дальше, а перспективы бесконечной жизни без болезней, наоборот, приблизить. К сожалению, это не так. Оказывается, вероятность возникновения каждого из хронических заболеваний вроде диабета 2-го типа, инфаркта или болезни Альцгеймера быстро нарастает с возрастом (см. график). Обратите внимание на масштабы по осям: по горизонтали годы с момента рождения (так называемый хронологический возраст), а по вертикали — уровень заболеваемости (число заболеваний в год на 100 000 человек). Обратите внимание, что график

выполнен в логарифмической шкале – увеличение риска на «одно деление» отвечает росту вероятности заболевания в 10 раз.

Согласно нашим расчетам, опубликованным в 2018 году, скорость роста риска возраст-зависимых заболеваний хоть и отличается немного в зависимости от специфики заболевания, но нарастает по похожей схеме в геометрической прогрессии и удваивается каждые восемь лет. Это значит, что любое снижение рисков хронических болезней или смерти в результате медицинского вмешательства против каждой из болезней очень быстро нивелируется за счет экспоненциального роста рисков всех остальных заболеваний с возрастом.

Вот почему даже полное искоренение только какого-то одного из многочисленных заболеваний, связанных с возрастом, дало бы крайне незначительный эффект. Если бы завтра появилась таблетка, которая за один день излечивает от всех видов рака, продолжительность жизни людей увеличилась бы всего на два или три года. Эта ситуация известна в демографии как парадокс Тойбера¹⁰. В первый год, конечно, произойдет значительное снижение смертности, однако вскоре люди, не умершие от онкологических заболеваний, доживут до болезни Альцгеймера и других неизлечимых на сегодняшний день заболеваний.

Последовательное искоренение отдельных заболеваний, несмотря на стремительно нарастающий риск возникновения всех остальных в результате старения, – пример применения «линейной» логики для решения «экспоненциальной» проблемы. Это не работает. Любое вдумчивое обсуждение проблем лечения хронических заболеваний может закончиться только одним выводом: «*Carthago delenda est*» («Карфаген должен быть разрушен»). Только замедление старения или эффективное омоложение (что даже лучше), а вовсе не борьба с каждым из возрастзависимых заболеваний по отдельности, может привести к значительному увеличению продолжительности и качества жизни.

Пускай Чан-Чунь не спас от смерти «Сотрясателя Вселенной», а мумии всемогущих фараонов переселились из темных гробниц в просторные залы музеев. Древняя мечта продолжает жить, и поиски долголетия или даже бессмертия не останавливаются ни на час. Главная разница между прежними попытками и нынешними в том, что по мере роста населения планеты смертность и продолжительность жизни – это теперь уже не личный, а социальный вопрос.

Сегодня от контроля над процессами старения зависит стабильность пенсионных систем, экономического развития, экологического равновесия и решение демографических проблем. Призыв «*Memento mori*» в наше время звучит не из церквей, а из штаб-квартир Всемирного банка и ООН: когда количество пожилых граждан превысит количество молодых, структура общественных отношений навсегда изменится, а необходимость поддерживать достойную жизнь пенсионеров грозит обернуться неподъемной экономической ношей.

Лучшие люди города и мира: группа компаний Alphabet (бывшая Google), Джефф Безос из Amazon, ведущие венчурные фонды Venrock, Fidelity, ARCH Venture Partners – возглавляют технологическую революцию на рынке интервенций против старения. Сэм Альтман, в его бытность главой Y Combinator, начал предоставлять финансирование стартапам в этой сфере в размере от \$500 000 до \$1 млн, считая, что компания, которой удастся внедрить терапию, добавляющую два здоровых года к человеческой жизни, будет стоить \$100 млрд. Bank of America прогнозирует рост рынка долголетия до \$600 млрд к 2025 году. В 2015-м, в день рождения дочери, Марк Цукерберг и его жена Присцилла Чан (Meta) дали обязательство пожертвовать в течение 10 лет \$3 млрд на лечение и предотвращение важнейших болезней человека, в том числе связанных с возрастом.

¹⁰ <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23507421>.

Очевидно, что такие серьезные траты людей, склонных к хорошо продуманным шагам, – не просто «налог на мечту», а искренняя вера в успех мероприятия. Человечество действительно как никогда близко к победе над проблемами, которые сокращали или отбирали жизнь все тысячелетия обозримых времен. Первые лекарства, воздействующие на базовые механизмы старения, уже находятся на стадии клинических исследований. То есть уже через 5–10 лет в руках медиков появятся абсолютно новые терапевтические возможности, а значит, сильно изменятся представления о жизни и старости уже ныне живущих и пока еще ничего не подозревающих об этом людей.

При этом интересно наблюдать, как идея продления жизни за счет медицинских технологий вызывает отпор даже среди самых, казалось бы, прогрессивных людей – лидеров успешных и амбициозных высокотехнологичных компаний. На вопрос, не хочет ли Илон Маск жить вечно для того, например, чтобы лично поучаствовать в колонизации Марса, предприниматель отметил, что лично он не хочет бессмертия и надеется лет на 100, быть может, немного больше. Не нуждающийся в представлении Билл Гейтс в 2015 году заметил в интервью на Reddit, что «пока не решены проблемы малярии и туберкулеза, кажется эгоистичным то, что богатые люди финансируют исследования с целью увеличения продолжительности жизни».

Чаще всего звучат аргументы, связанные с перспективой усиления социального неравенства, с недостаточным фокусом на решении современных социальных проблем, или обсуждаются риски, которые могут быть вызваны перенаселением, климатическими и экологическими катастрофами. Отторжение идеи похоже на религиозное табу: бессмертие возможно только в комплекте с апокалипсисом (в виде перенаселения или всемирного потепления) или подрывом устоев общества, порядка и справедливости (богатые получают таблетку от старости первыми или таблетка от старости достанется не всем).

Противодействие невозможно объяснить рационально: то же самое мы слышим в отношении проектов, связанных с освоением Солнечной системы. Точно так же известные, уважаемые и образованные люди, лидеры мнений, осуждают расходование немалых средств на пилотируемую космонавтику «до тех пор, пока не решены проблемы бедности и экологии на нашей планете».

Удивительно, что аргументы против продления жизни в связи с угрозой перенаселения приходится слышать постоянно, несмотря на то что и качество, и продолжительность жизни на нашей планете коррелируют с численностью населения. В Антверпене и Лионе, одних из самых больших городов Европы в XVII веке, три четверти населения были слишком бедны, чтобы платить налоги, и, следовательно, нуждались в помощи в случае кризисов. Валовый национальный продукт на душу населения вырос в 4 раза за XX столетие. В 1820 году 75 % человечества жили меньше, чем на один доллар в день, в то время как в 2001 году это относилось только к каждому пятому человеку на нашей планете. В развитых странах, обеспечивающих большую часть мировой потребности в продовольствии, в сельском хозяйстве занято менее 10 % людей. В конце концов, достаточно подумать о посещении зубного всего каких-нибудь 100 лет назад, чтобы поверить, что мы живем в лучшее из времен!

Что же стоит за страхами и мрачными прогнозами? Чтобы ответить на этот вопрос, в следующей главе мы обратимся к проверенному инструменту – научной фантастике.

Гуманитарный императив или дух времени?

Как заглянуть в будущее?

Во вселенной эпопеи «Основание» Айзека Азимова группа исследователей во главе с математиком Гэри Селдоном разработала новую теоретическую дисциплину – психоисторию. Новая область знаний была основана на применении методов статистической физики к анализу исторических событий галактического масштаба и предсказанию будущего. Книга была написана под влиянием классического труда Эдуарда Гиббона «Истории упадка и крушения Римской империи» и описывает гипотетическую цивилизацию будущего, способную контролировать ход своей истории.

Именно «Основание» принесло Азимову признание. А прежде, чем стать классиком научной фантастики, Азимов был биохимиком, а потому тонко чувствовал возможности и ограничения научного метода. Вот почему доктор Селдон, как альтер эго автора, хорошо понимал, что новое возникает из суммы частей и, несмотря на то что невозможно предугадать поступки каждого человека, поведение больших масс людей гораздо более предсказуемо, а значит, исторические процессы можно описать универсальными математическими законами. В Галактической Империи Азимова когда-то проживало 500 квинтиллионов (миллионов триллионов) людей.

Если пользоваться терминологией Азимова, то как раз психоистория составляла предмет интереса профессора моей альма-матер, МФТИ, Сергея Капицы (сына нобелевского лауреата Петра Капицы, известного популяризатора науки, создателя и ведущего передачи «Очевидное-невероятное»). С учетом того, что вплоть до начала этого века на Земле успело прожить, сменяя друг друга, свыше 100 млрд людей, Сергей Петрович предложил модель, описывающую самые общие законы развития нашей цивилизации.

Интуитивно кажется, что цивилизация устроена настолько сложно, что никакое разумное математическое описание исторических процессов просто невозможно. Даже если бы кто-то рискнул, для решения такой задачи пришлось бы одновременно измерять и анализировать огромное количество параметров, результат был бы примерно такой же, как с долгосрочным прогнозом погоды.

На помощь приходит свойство сложных систем, хорошо известное в физических науках. Речь идет об универсальности: как бы сложно ни было бы устроено взаимодействие между частями, масштабные изменения требуют вовлечения огромного количества людей и значительного времени, а значит, единицей исторического процесса является не личность, а очень большой коллектив. Сергей Капица считал, что исторические изменения требуют совместных действий (грубо, по порядку величины) около 100 000 людей. Это же означает, что детали взаимодействия между участниками исторического процесса эффективно усредняются и перестают зависеть от индивидуальных особенностей людей или случайных обстоятельств. Количество – это само по себе качество, а идея, овладевшая умами миллионов, становится материальной силой.

Похожий аргумент срабатывает при обсуждении свободы воли. Каждый поступок отдельного человека представляется результатом решения, которое может быть произвольным, то есть случайным. Но, если понаблюдать за одним человеком или коллективом в течение долгого времени, мы увидим, что в среднем решения принимаются исходя из культурных норм или даже генетической предрасположенности. Таким образом, поведение человека может быть непредсказуемым в ближайшие 10 минут, но практически predetermined в среднем, например за месяц или год, если мы знаем этого человека достаточно хорошо.

Сильная взаимосвязь между компонентами системы означает, что, зная одну какую-то величину, можно легко оценить значения всех остальных. Хорошим примером может быть высокая корреляция рыночной стоимости различных компаний (или акций), торгуемых на бирже. В хорошие времена все акции дорожают, в плохие – все падают в цене. Корреляции существуют между акциями отдельных компаний и между биржевыми индексами – например, между индексами S&P 500 и Dow Jones, S&P 500 и NASDAQ и т. д. Вот почему состояние экономики как целого можно «считать», наблюдая любой индекс X, данные о котором так же регулярно показывают в новостях, как и информацию о погоде.

Другим примером взаимозависимости параметров сложных систем является пропорциональность числа видов (а не особей!), населяющих территорию и площади доступной среды обитания. Этот любопытный эффект объясняет исторический успех империй: большие государства не только пользовались плодами труда многочисленных подданных, но и могли похвастаться разнообразием специальностей.

В каждой, даже маленькой, стране есть мэры и полицейские. В очень больших странах, кроме того, встречаются балерины и космонавты. Пилотируемая космонавтика есть в США (население – более 300 млн человек) и в Китае (более 1,4 млрд). В космос летали на своих кораблях и граждане Советского Союза (свыше 300 млн жителей). Можно предположить, что при существующем уровне развития техники специальность «конструктор пилотируемых космических аппаратов» востребована в экосистемах, насчитывающих от нескольких сотен миллионов жителей, то есть скоро на орбиту на своих космических кораблях полетят представители Индии и Европейского союза, а граждане России, скорее всего, со временем будут летать на чужих.

Вернемся к обсуждению человеческой цивилизации как целого. Человечество – это та самая сложная система с огромным количеством обратных связей, а значит, оно тоже должно следовать универсальным закономерностям. Любой дисбаланс между подсистемами, например между богатым и изнеженным городом и нищей, но воинственной степью, немедленно становится предметом «арбитража» – в виде успешной торговли или разорительной войны. В этих условиях все подсистемы «выравнивают» свои ключевые показатели, становятся зависимыми и похожими друг на друга. Вот почему для описания свойств всей конструкции в целом окажется достаточно знания одного из множества возможных свойств. Подходящей величиной для описания общего состояния здоровья или прогресса цивилизации является численность населения планеты.

От чего же она зависит? В самом простом случае скорость роста популяции увеличивается пропорционально количеству способных к размножению особей – в нашем случае числу одновременно живущих на планете людей. Если доступные для размножения ресурсы ничем не ограничены, такая группа животных может расти очень быстро, в геометрической прогрессии. Так, например, колонии бактерий кишечной палочки и золотистого стафилококка в лабораторных условиях удваиваются каждые 20 или 30 минут соответственно. Экспоненциальный рост (возрастание в геометрической прогрессии) встречается и за пределами естественных наук или биологических систем: по статистике, в прошлом веке средства, инвестируемые на бирже, удваивались каждые 6–12 лет.

В 1798 году Томас Мальтус опубликовал свой ставший знаменитым трактат «Очерк о законе народонаселения»¹¹, где предположил, что население на планете растет экспоненциально, а способность производить продукты питания – лишь линейно. В результате неизбежного сокращения пищевых ресурсов в расчете на душу населения каждые 25 лет возникает так называемая мальтузианская ловушка – перенаселение, от которого общество избавляется только в результате эпидемий и войн.

¹¹ Thomas Malthus. An Essay on the Principle of Population. London: Printed for J. Johnson, in St. Paul's Church-Yard, 1798.

Если бы только Мальтус мог знать, насколько был не прав! Оказывается, население планеты растет еще быстрее! В 1960 году в журнале *Science* была опубликована статья физика из Иллинойского университета в Урбане-Шампейне Хайнца фон Ферстера и его коллег Патрисии Мора и Лоуренса Амиота¹², где на основе исторических демографических данных с самого начала нашей эры было выведено эмпирическое уравнение роста численности населения Земли, прозванное уравнением Судного дня:

$$\begin{aligned} \text{Численность населения} &= \\ &= \frac{1,79 \times 10^{11}}{(2026,87 - \text{время в годах})^{0,99}} \end{aligned}$$

Особенностью уравнения Судного дня является предсказываемая им сингулярность, то есть наступление момента времени, когда значение растущей величины устремится в бесконечность. Этот день приходится на пятницу, 13 ноября 2026 года. «Сингулярное» поведение наблюдается во многих демографических и экономических моделях, а ожидание сингулярности послужило основой целого ряда как восторженно-оптимистических, так и апокалиптических предсказаний.

Если исходить из этого уравнения, то рост народонаселения подчиняется гиперболическому закону. Гиперболический рост быстрее экспоненциального – каждое следующее удвоение численности жителей Земли занимает вдвое меньше времени.

Что же лежит в основе и каковы пределы гиперболического роста? Ответ на этот вопрос и попытался найти Сергей Капица. Суть его концепции заключается в следующем: овладев сначала разговорным, а потом и письменным языком, человек получил способность работы в составе огромных групп людей; одновременно возникли навыки накопления и передачи негенетической информации.

В то время как гены и навыки непосредственно можно передать лишь небольшому числу потомков или соплеменников, обмен информацией практически неограничен и пропорционален количеству возможных взаимодействий-контактов между людьми, то есть квадрату размера популяции. Это математическая основа гиперболического роста, при котором популяция начинает расти тем быстрее, чем больше людей живет одновременно.

По оценкам Сергея Капицы¹³, новый режим роста возник примерно 1,4 млн лет назад. Эту точку в истории нашей планеты можно считать точкой бифуркации, или «взрывом интеллекта», то есть естественной границей палеонтологии и археологии. Ископаемых данных мало, но несколько условно этот момент во времени можно отождествить с появлением *Homo erectus* (человека прямоходящего). Точность этого отождествления спорна, да и не важна: современные археологические находки и генетические исследования заставляют думать, что на планете сосуществовали, воевали и поедали друг друга сразу несколько видов разумных обезьян. Гораздо важнее то, что с тех пор население растет, следуя универсальным законам, уже около 1,5 млн лет, на которые пришлось похолодания и потепления.

Человеческая цивилизация растет и не испытывает ни ресурсных, ни климатических ограничений. В математической экологии известно, что размер популяции меньше у животных бóльшей массы. Численность людей и сопутствующих людям животных, таких как мыши

¹² Foerster, H. von, P. Mora, and L. Amiot. Doomsday: Friday, 13 November, A. D. 2026. At this date human population will approach infinity if it grows as it has grown in the last two millennia. *Science*, 1960 № 132, p. 1291–1295.

¹³ Капица С. П. Общая теория роста населения Земли. – М.: Наука, 1999.

и коровы, на планете превышает математически прогнозируемую на четыре порядка. Согласно оценкам ученых из Вейцмановского института (Израиль), опубликованным в журнале *Nature* в 2020 году¹⁴, общий вес антропогенной массы (то есть совокупности всех материалов, производимых человеком, – от мусора до машин и зданий) буквально в последние годы впервые превысил биомассу на планете (более 1,1 тератонны). Это значит, что теперь не человек приспособляется к природным условиям, а сама природа должна изменяться, подстраиваясь под траекторию развития человеческой расы.

Знаменитый физик Нильс Бор как-то заметил, что сделать точный прогноз очень трудно, особенно если это касается будущего. В 2021 году (время написания книги) уже понятно, что связанный с перенаселением апокалипсис в 2026 году не состоится. О чем же на самом деле говорит нам уравнение Судного дня?

Капица предположил, что ограничение роста все же происходит, но вовсе не в результате войн или эпидемий, как предполагал 200 лет назад Мальтус. Так как гиперболический рост связан с накоплением и передачей знаний от человека к человеку, возможности роста фактически становятся ограничены только физическими возможностями человека. Теория предсказывает, что рост должен замедлиться незадолго до приближения сингулярности, как только все быстрее сокращающееся характерное время, связанное с удвоением знания, начнет приближаться к времени, необходимому для смены поколения людей – носителей этого знания.

Сингулярности бывают только в наших теориях. В реальном мире вместо сингулярности произойдет (и на самом деле происходит) качественная смена режима роста населения планеты. Анализ данных по динамике населения планеты за последние тысячи лет показывает, что рост количества жителей Земли начал замедляться, как только время удвоения численности населения сократилось до 45 лет. Гиперболический рост остановился в силу физиологического ограничения: вплоть до совсем недавнего времени средняя продолжительность жизни человека составляла те же 40–45 лет.

Та самая сингулярность на самом деле является точкой, начиная с которой дальнейший гиперболический рост населения планеты невозможен. Математическая сингулярность в реальном мире стала точкой бифуркации – демографического перехода к другому качеству развития цивилизации. Модель Капицы предсказывает, что рост человечества замедлится, население планеты выйдет на плато в 12–14 млрд людей, а переходный период начался во второй половине XX века и займет 50–100 лет (то есть происходит на наших глазах и закончится за время жизни одного поколения людей).

Теоретическая история профессора Капицы нам дорога не только потому, что невероятно технопозитивна. Во-первых (и это самое важное), теория предсказала и объяснила демографический переход и стабилизацию населения планеты 50 лет назад, когда признаки демографических изменений были минимальными, а большинство футурологов опасалось перенаселения и катастроф.

Во-вторых, максимально возможное количество живущих на планете людей, оказывается, зависит не от количества доступной пищи или влияния человеческих масс на биосферу. Ничего подобного! Предельная численность жителей планеты ограничена скоростью взросления и передачи знаний следующему поколению людей, то есть вполне себе биологически, социально и даже генетически predetermined (а значит, и модифицируемыми!), в первую очередь продолжительностью жизни. В теории Капицы мировые проблемы в точке демографического перехода, который мы сейчас все переживаем, находят свое решение в области биотехнологии и медицины.

¹⁴ Emily Elhacham, Liad Ben-Uri, Jonathan Grozovski, Yinon M. Bar-On & Ron Milo. Global human-made mass exceeds all living biomass. *Nature* volume 588, p. 442–444 (2020). <https://www.nature.com/articles/s41586-020-3010-5>.

В романах Азимова Гэри Селдон предсказал распад Галактической Империи и сотни лет кризиса. Недаром считается, что дистопии продаются лучше, а в жизни все гораздо прозаичнее. Профессор Капица спрогнозировал, что в результате демографического перехода численность населения становится устойчивой по отношению к случайным колебаниям численности (например, в результате эпидемий, голода и войн). А значит, войн станет меньше – человечество вступает в эпоху устойчивого развития при стабильной численности.

Гиперболический рост является результатом совместной деятельности людей. Чем больше людей живет на планете, тем больше скорость изменений. Вот почему каждое следующее удвоение численности населения, а наряду с ним и любой другой важной переменной происходит за вдвое меньшее время. На человеческом языке это означает, что сам ход истории ускоряется, что ведет к нарушению выработанных за тысячелетия ценностных и этических представлений общества, правил сосуществования и преемственности между поколениями. Сергей Капица назвал это интуитивное свойство человеческой истории ускорением исторического (или субъективно ощущаемого) времени.

Жизнь наших родителей еще не так уж сильно отличалась от жизни пращуров. Профессию и уклад выбирали один раз на всю жизнь: сын кузнеца становился кузнецом – иными словами, люди часто в буквальном смысле повторяли биографию своих родителей. И только в последние 100–200 лет скорость общественных и технологических изменений так выросла, что люди начали замечать прогресс.

Скорость преобразований продолжает расти, и на сегодня она увеличилась настолько, что профессиональные навыки, полученные в молодости, могут утратить свою актуальность за 5–10 лет после окончания института. На наших глазах почти исчезли некоторые виды бизнеса, где раньше было занято значительное количество людей, например туристические агентства. Среднее время жизни крупнейших компаний из списка S&P 500 сократилось за последние 100 лет с 65 до 15 лет.

Демографический переход – это наглядная демонстрация того, как человечество преодолевает сингулярность в уравнении Судного дня. Вблизи особых точек корреляции, или, говоря проще, взаимозависимости, между различными процессами нарастают и поэтому в ближайшие десятилетия произойдут одновременные и многочисленные изменения общественного устройства и отношений.

Традиционалисты опираются на опыт прошлых лет и отчаянно сопротивляются на всех уровнях – от борьбы с глобализацией до усилий по сохранению института традиционной семьи, но каждый раз оказываются на неправильной стороне истории, а потому неизбежно проигрывают. Еще в середине прошлого века США считались (и до сих пор имеют соответствующую репутацию) крайне религиозной страной: более 90 % американцев ассоциировали себя (или не отваживались говорить обратное) с какой-либо из религиозных конфессий. Доля людей, определяющих себя как атеистов, агностиков или не имеющих определенной религиозной принадлежности, начала увеличиваться в конце 1950-х и в 1960-х годах, удвоилась¹⁵ в 1990-х годах и к 2019 году достигла 26 %, продолжая расти.

Изменения демографической структуры подрывают все устои общества. Так, например, институт брака, ранее рассчитанный на долгую жизнь после свадьбы (в прежние времена брак заключался в 13–15 лет и длился до конца жизни) и ощутимую вероятность смерти женщины при родах, просто не выдерживает стремительного роста продолжительности жизни. Вот почему сейчас 42–45 % первых браков заканчиваются разводом в среднем за семь лет. В последующих браках ситуация еще хуже – 60 % из них заканчиваются разводом.

Теперь, когда женщины в развитых странах рожают мало, в подавляющем большинстве случаев успешно переносят роды и продуктивно работают долгие годы после рождения детей,

¹⁵ <https://www.sciencedaily.com/releases/2010/08/100826083620.htm>.

как никогда важным становится обеспечение равных прав мужчин и женщин на работе и в обществе. Еще пару столетий назад об этом можно было бы не думать просто в силу физиологических причин. Неслучайно, таким образом, борьба за право голоса и гражданские права женщин позволила добиться первых значимых практических результатов только в последние полвека, в непосредственной близости от демографического перехода.

Демографические данные показывают, что стабилизация численности населения сопровождается резкой сменой структуры популяции (распределения одновременно живущих людей по возрастам), одновременным резким увеличением продолжительности жизни и резким снижением рождаемости. Оказывается, увеличение продолжительности жизни – это решение, выбранное нашим видом в качестве средства от перенаселения!

С начала прошлого века средняя продолжительность жизни практически удвоилась. В развитых странах одновременно уменьшилось и количество детей в одной семье. Примерно к началу 2030-х годов общее число граждан в возрасте свыше 60 лет впервые превзойдет число подростков до 16 лет. Это означает, что в ближайшие годы произойдет демографический переход, а возрастная структура общества перевернется в пользу пожилых. И намечающееся «серебряное цунами» не менее драматично, чем широко обсуждаемое изменение климата.

Конец ознакомительного фрагмента.

Текст предоставлен ООО «ЛитРес».

Прочитайте эту книгу целиком, [купив полную легальную версию](#) на ЛитРес.

Безопасно оплатить книгу можно банковской картой Visa, MasterCard, Maestro, со счета мобильного телефона, с платежного терминала, в салоне МТС или Связной, через PayPal, WebMoney, Яндекс.Деньги, QIWI Кошелек, бонусными картами или другим удобным Вам способом.