

Фримен Дайсон. Еретические мысли о науке и обществе

Институт перспективных исследований, Принстон, Нью-Джерси, США
Публичная лекция фонда «Династия», 23 марта 2009 года, Москва, ФИАН

Простите, здесь сказано «Публичные лекции по физике и математике», это неверно. Уж простите, но мы не будем говорить сегодня о физике и математике. Здесь они ошиблись. Кроме того, я прошу прощения за то, что мне придется говорить по-английски: я так плохо знаю русский, что не смог бы поговорить по-русски даже с кошкой.

Итак, я начинаю. Это будет просто лекция о жизни вообще, не о науке, не о физике. Я расскажу, что могу. Нехорошо, когда мы, старики, пытаемся соревноваться с молодыми. Они намного сообразительнее нас. Это они всегда знали науку. Потому что мы, старики, скорее философы, а молодые люди – ученые. Так уж устроен мир.

1. Нужда в еретиках

Я признателен фонду «Династия» и лично Анне Пиотровской за то, что они пригласили меня прочитать лекцию о будущем. Но вначале я должен сказать, что, как ученый, я не особенно склонен доверять предсказаниям будущего. Наука делается непредсказуемым образом. Ученые занимаются как раз тем, что планируют эксперименты, результаты которых будут заведомо как можно менее предсказуемыми, а затем проводят их и смотрят, что получится. Можно даже сказать так: если что-то предсказуемо, то это не наука. Поэтому, когда я делаю предсказания, я выступаю не в роли ученого. Я буду выступать сегодня в роли фантазера, и мои предсказания будут скорее научной фантастикой, чем наукой. Предсказания писателей-фантастов, как известно, на удивление неточны. Они стремятся скорее вообразить, что могло бы случиться, нежели описать, что случится в действительности. А я стремлюсь, фантазируя, оспорить преобладающие в наши дни догмы. Эти догмы могут оказаться правильными, но всё равно стоит их оспаривать. И я горжусь тем, что я еретик.

Приношу свои извинения за то, что буду говорить обо всех этих проблемах с американской точки зрения. Мне прекрасно известно, что перед Россией стоят другие проблемы. Но я также знаю, что совершенно не осведомлен о сегодняшних российских реалиях, поэтому с моей стороны было бы очень глупо пытаться рассказывать людям, живущим в России, как решать российские проблемы.

2. Землеустройство и климат

Я собираюсь изложить сегодня пять ересей. Моя первая ересь состоит в том, что весь нынешний ажиотаж вокруг глобального потепления сильно преувеличен. Здесь я выступаю против священного братства специалистов по моделированию климата и толп введенных ими в заблуждение граждан, которые верят цифрам, предсказываемым климатическими моделями. Они, конечно, говорят, что у меня нет метеорологического образования, а следовательно, я не обладаю достаточной квалификацией, чтобы рассуждать об этих вопросах. Но я изучал модели климата и знаю их возможности. Эти модели основаны на решении гидродинамических уравнений, и они замечательно описывают движения жидкостей и газов в атмосфере и в океанах. Но они очень плохо описывают облака, пыль, химию и биологию полей, сельхозугодий и лесов. Они и близко не подходят к тому, чтобы описать реальный мир, в котором мы живем. В реальном мире много грязи и путаницы и много того, что мы пока еще не понимаем. Ученому намного проще сидеть в помещении с кондиционером и прогонять свои модели на компьютерах, чем одеться по-зимнему и измерять то, что реально происходит снаружи, в болотах и в облаках. Вот почему специалисты по моделированию климата так верят собственным моделям.

Не вызывает сомнения, что местами на нашей планете действительно происходит потепление климата. Я вовсе не говорю, что это потепление не вызывает проблем. Вполне очевидно, что

вызывает. Вполне очевидно, что нам следует стремиться разобраться во всем этом лучше. Но я говорю, что эти проблемы сильно преувеличены. На них тратятся деньги и отвлекается внимание от других проблем, более актуальных и более важных, таких как бедность, инфекционные заболевания, образование, здравоохранение и сохранение живых существ, населяющих сушу и океаны, не говоря уже о самых важных из всех проблем – войны и мира и ядерного оружия, о которых я сегодня еще расскажу.

Я немного расскажу о проблеме глобального потепления, потому что это интересная проблема, хотя ее важность и преувеличена. Чтобы подробно разобраться в потоках углерода в атмосфере и биосфере, нужно измерить численные значения множества параметров. Я не хочу запутывать вас множеством чисел, поэтому попрошу вас запомнить только одно число. Число, которое я прошу вас запомнить, – одна треть миллиметра в год. Сейчас я объясню, что это число значит. Представьте себе ту половину поверхности суши, которая не покрыта ни пустынями, ни полярными льдами, ни городами, ни дорогами, ни парковками. Эта половина поверхности суши покрыта почвой, которая поддерживает растительность того или иного типа, будь то сельхозугодья, леса или болота. Каждый год эта половина поверхности суши поглощает и превращает в биомассу некоторую долю того углекислого газа, который мы выбрасываем в атмосферу. Нам неизвестно, насколько велика эта доля, потому что мы не померили прирост или сокращение биомассы. Биомасса – это и живые существа, и останки тех живых существ, которые уже умерли. Число, которое я просил вас запомнить, – треть миллиметра в год – это усредненный прирост толщины биомассы на половине поверхности суши, к которому привело бы поглощение всего углекислого газа, который мы выбрасываем, сжигая ископаемое топливо. Усредненный прирост толщины составил бы одну треть миллиметра в год.

Смысл этих расчетов в том, что поглощение атмосферного углерода почвой может идти с очень хорошей скоростью. Чтобы остановить прирост концентрации углекислого газа в атмосфере, биомассу почвы нужно увеличивать всего лишь на треть миллиметра в год. На плодородный верхний слой почвы приходится около десяти процентов биомассы, поэтому увеличение биомассы на треть миллиметра в год соответствует приросту верхнего слоя почвы примерно на три миллиметра в год. Изменения методов сельского хозяйства, например отказ от вспашки, приведут к не менее быстрому приросту биомассы. Если мы выращиваем зерновые, не вспахивая почву, то больше биомассы уходит в корни, которые остаются в земле, и меньше углерода возвращается в атмосферу. Если мы с помощью генной инженерии получим сорта с большей биомассой корней, мы, по-видимому, сможем добиться того, чтобы прирост толщины почвы шел еще намного быстрее. Из этих простых расчетов я делаю вывод, что проблема поступления в атмосферу углекислого газа есть проблема не метеорологии, а землеустройства. Ни одна компьютерная модель атмосферы и океана не способна предсказывать, как мы будем распоряжаться нашими земельными угодьями.

Мы можем и не рассчитывать средний прирост биомассы в масштабе всей земли, а рассмотреть эту проблему в локальном аспекте. Представим себе такую возможную картину будущего: Китай продолжает развиваться как индустриальная держава, во многом зависящая от сжигания угля, а в Соединенных Штатах решают поглощать выбрасываемый при этом углекислый газ посредством увеличения биомассы почвы. Количество биомассы, которая может накапливаться в живых частях растений и деревьев, ограничено, но ничто не ограничивает количество биомассы, которое может откладываться в почве. Крупномасштабное приращение почвы может оказаться выгодным, а может и не оказаться, в зависимости от экономических показателей зерновых, полученных с помощью генной инженерии. Но, по крайней мере, есть вполне обсуждаемая возможность, что Китай будет обогащаться, сжигая уголь, в то время как Соединенные Штаты облагодетельствуют окружающую среду накоплением почвы, благодаря тому, что атмосфера будет обеспечивать бесплатную транспортировку углерода от китайских горных разработок в американскую землю, и содержание углекислого газа в ней останется постоянным. Такие возможности стоит учитывать, когда мы слушаем предсказания, касающиеся ископаемого топлива и изменений климата. Если на нашей планете в ближайшие пятьдесят лет воцарятся биотехнологии, подобно тому как за последние пятьдесят лет воцарились компьютерные технологии, то правила игры в области климата радикально изменятся.

Когда я прислушиваюсь к публичным дебатам об изменениях климата, мне бросаются в глаза колоссальные пробелы в наших знаниях, неполнота наших наблюдений и поверхностность наших теорий. Во многих фундаментальных процессах в экологии Земли мы разбираемся плохо. Только если мы разберемся в них намного лучше, мы сможем поставить точный диагноз

нынешнего состояния нашей планеты. Если мы пытаемся заботиться о Земле точно так же, как мы заботимся о больном человеке, вначале нужно диагностировать болезнь, и лишь затем ее лечить. Для этого нужно наблюдать за процессами, происходящими в биосфере, и измерять их параметры.

Все согласны с тем, что увеличение концентрации углекислого газа в атмосфере приведет к двум важным последствиям, одному климатическому и одному неклиматическому. Первое – это физические изменения лучистого переноса энергии в атмосфере, а второе – биологические изменения растительности на суше и в мировом океане. Относительно того, какое из этих последствий важнее, мнения расходятся, как и относительно того, будут ли эти последствия, по отдельности или вместе, благоприятны или вредны. Физические последствия проявляются в изменении осадков, облачности, силы ветра и температуры, которые обычно сваливают в кучу и называют вводящим в заблуждение термином «глобальное потепление». Во влажном воздухе изменения лучистого переноса, вызываемые углекислым газом, заведомо перекрыты намного более сильным парниковым эффектом водяных паров. Углекислый газ играет важную роль там, где воздух сухой, а сухой он обычно лишь там, где холодно. Потепление, вызываемое углекислым газом, сильнее всего там, где воздух сухой и холодный, то есть прежде всего в Арктике, а не в тропиках, прежде всего зимой, а не летом, и прежде всего ночью, а не днем. Такие потепления вполне реальны, но они в основном делают холодные районы теплее, а не жаркие районы еще жарче. Представлять локальные потепления усредненными глобальными показателями – значит, по меньшей мере, вводить людей в заблуждение.

Подлинная причина, по которой концентрация углекислого газа в атмосфере имеет такое большое биологическое значение, состоит в том, что эта концентрация очень мала. Поле кукурузы или любой другой зерновой культуры, растущей на солнце в ясный полдень, поглощает весь углекислый газ в метре над землей примерно за пять минут. Если бы воздух непрерывно не перемешивался за счет конвекционных потоков и ветров, кукуруза перестала бы расти. Около одной десятой всего атмосферного углекислого газа уходит на прирост биомассы каждое лето и возвращается обратно в атмосферу каждую осень. Вот почему последствия сжигания ископаемого топлива нельзя отделить от последствий роста и разложения растений. Существует пять хранилищ углерода, доступного для утилизации живыми организмами во временном масштабе тысячелетий. Эти пять хранилищ – это атмосфера, наземная растительность, поддерживающая ее почва, населенный морской растительностью верхний слой океана и разведанные нами запасы ископаемого топлива. Из этих пяти хранилищ меньше всего углерода содержит атмосфера, а больше всего – ископаемое топливо, но все они по размеру сравнимы и все они сильно взаимодействуют друг с другом. Чтобы разобраться в любом из них, нужно разобраться во всех пяти. Нам неизвестно, возможно ли посредством рационального землеустройства увеличить на четыре миллиарда тонн в год прирост углерода в том хранилище, которое образует почва, а именно такое увеличение скорости прироста потребовалось бы, чтобы остановить прирост концентрации углекислого газа в атмосфере. Всё, что мы можем сказать с уверенностью, – это что теоретически такая возможность есть, и ее следует всерьез исследовать.

Большинство известных мне дискуссий, посвященных научным и экономическим аспектам глобального потепления, обходят стороной самый важный вопрос. Это вопрос скорее религиозного, чем научного свойства. Существует такая всемирная светская религия – ее можно назвать энвайронментализмом, – согласно которой роль людей на Земле – это роль управляющих хозяйством, портить планету отходами нашей роскоши – грех, а праведный путь состоит в том, чтобы жить как можно экономнее. Основам энвайронменталистской этики учат детей в детских садах, школах и колледжах по всему миру. Энвайронментализм занял место социализма, став ведущей светской религией. Эта религия имеет прочные этические основы. Ученые и экономисты могут согласиться с буддистскими монахами и христианскими проповедниками, что разрушение нашей естественной среды обитания есть зло, а бережная охрана птиц и бабочек – благо. Всемирное сообщество энвайронменталистов имеет очень сильную позицию в моральной сфере и ведет человеческие социумы по пути надежды на лучшее будущее. Энвайронментализм, как религия надежды и почтительного отношения к природе, пришел всерьез и надолго. Эту религию мы все можем разделить, независимо от того, верим ли мы в опасность глобального потепления.

Но, к сожалению, движение энвайронментализма приняло в качестве одного из догматов своей веры убеждение, что глобальное потепление сильнее, чем что-либо другое, угрожает экологии нашей планеты. Вот почему споры о глобальном потеплении стали такими горячими и

ожесточенными. Общество поверило в то, что любой человек, который относится к опасным последствиям глобального потепления скептически, является врагом окружающей среды. Теперь перед скептиками вроде меня стоит непростая задача – убедить общественность в обратном. Многие из таких скептиков – преданные энвайронменталисты. Они с ужасом наблюдают, как всеобщая одержимость глобальным потеплением отвлекает внимание общественности от намного более серьезных опасностей, уже сегодня угрожающих нашей планете. Например, поистине серьезная угроза окружающей среде исходит от неконтролируемого роста населения Земли. Но при этом между возрастанием благосостояния человеческих популяций и падением рождаемости наблюдается сильная положительная корреляция.

За вторую половину XX века, когда Мексика стала богатой страной, размер средней мексиканской семьи упал от семи детей до двух с половиной. Размер семьи в процветающих европейских странах, таких как Ирландия и Италия, падал еще быстрее. Самый быстрый способ стабилизировать численность человечества и сохранить нашу планету состоял бы в том, чтобы сделать всех богатыми. В богатых странах численность населения обычно остается на прежнем уровне или сокращается, а кроме того, эти страны могут позволить себе лучше заботиться об окружающей среде. Как давно заметил Бертольд Брехт в «Трехгрошовой опере», «*Erst kommt das Fressen, dann kommt die Moral*» – «Сначала хлеб, а нравственность потом». Для окружающей среды не может быть ничего хуже, чем растущее, голодное и обнищавшее народонаселение, пытающееся жить на земле без помощи индустриальных технологий. Когда китайское и индийское правительства отдают предпочтение борьбе с бедностью перед борьбой с глобальным потеплением, они поступают правильно как с научной, так и с нравственной точки зрения.

Вот и всё, что касается первой ереси – о том, что глобальное потепление не такая уж важная проблема.

3. Влажная Сахара

Вторая ересь – загадка влажной Сахары. Меня всегда пленяла эта загадка. Во многих районах Сахары, которые сегодня сухи и необитаемы, мы находим наскальные рисунки, на которых изображены люди и стада животных. Эти рисунки довольно много и они на удивление высокохудожественны – вполне сравнимы с более известными наскальными рисунками в пещерах Франции и Испании. Рисунки в пустыне Сахара не такие древние, как те пещерные рисунки. Они выполнены во многих разных стилях и, по-видимому, были созданы на протяжении периода в несколько тысяч лет. Самые поздние из них демонстрируют египетское влияние и, вероятно, выполнены в то же время, что и рисунки, украшающие древнеегипетские гробницы. В книге Анри Лота «В поисках фресок Тассили», опубликованной в 1958 году, 50 лет назад, приведены изумительные репродукции пятидесяти таких рисунков. Самые лучшие из них датируются временем около 6000 лет назад. Они убедительно свидетельствуют о том, что Сахара в то время была влажной. В ней выпадало достаточно осадков, чтобы поддерживать стада коров и жирафов, которые должны были питаться травой и веточками деревьев. Там были также слоны и бегемоты. Сахара в то время должна была выглядеть так, как в наши дни выглядит Серенгети.

В то же самое время, около 6000 лет назад, на севере России, где сейчас преобладают хвойные породы, были листопадные леса, что говорит о том, что климат северных районов был в то время намного мягче, чем сегодня. В горных долинах Швейцарии, где в наши дни лежат знаменитые ледники, тогда тоже росли деревья. Эти ледники, которые сегодня тают, 6000 лет назад были намного меньше, чем они есть сейчас. Похоже, 6000 лет назад был самый теплый и влажный период межледниковья, начавшегося 12 000 лет назад, когда закончилось последнее оледенение. В связи с этим мне бы хотелось задать два вопроса. Во-первых, если позволить концентрации углекислого газа в атмосфере увеличиваться и дальше, то придем ли мы к климату, похожему на тот, что был 6000 лет назад, когда Сахара была влажной? А во-вторых, если бы у нас была возможность выбирать между нынешним климатом, при котором Сахара суха, и климатом, который был 6000 лет назад, когда Сахара была влажной, следовало ли бы нам выбрать нынешний климат? И моя вторая ересь состоит в том, что я отвечаю на первый вопрос утвердительно, а на второй отрицательно. По мне теплый климат, который был 6000 лет назад, когда Сахара была влажной, предпочтительнее, а увеличение содержания углекислого газа в атмосфере, возможно, поможет снова сделать климат таким, каким он был тогда. Я не утверждаю, что эта еретическая идея истинна, – я не знаю. Я лишь говорю, что обдумывать это отнюдь не вредно.

4. Одомашнивание биотехнологий

Третья ересь – одомашнивание биотехнологий.

Пятьдесят лет назад в Принстоне математик Джон фон Нейман на моих глазах разработал и сконструировал первый компьютер, выполнявший вводимые в него закодированные инструкции, то есть компьютерные программы. Компьютер изобрел не фон Нейман, но именно он изобрел компьютерные программы. Этот компьютер, который назывался ЭНИАК, уже работал в Пенсильванском университете пятью годами раньше. Но именно комбинация электронного «железа» и записанного на перфокартах программного обеспечения позволила единственной машине предсказывать погоду, моделировать эволюцию популяций живых организмов и проверять возможность создания термоядерных бомб. Фон Нейман понимал, что его изобретение изменит мир. Он понимал, что следующие поколения подобных машин станут основой работы науки, бизнеса и государства. Но ему представлялось, что компьютеры всегда будут огромными и дорогими. Ему представлялось, что такие компьютеры будут находиться в больших центрах, управляющих работой исследовательских лабораторий или крупных отраслей промышленности. Ему не удалось предвидеть, что компьютеры станут настолько маленькими и дешевыми, что домохозяйки будут использовать их для расчетов при заполнении деклараций о подоходном налоге, а школьники будут делать на них домашние задания. Ему не удалось предвидеть, что в итоге компьютеры будут одомашнены настолько, что станут служить игрушками для трехлетних детей. Ему и близко не удалось предвидеть, что в XXI веке компьютерные игры станут одной из основ повседневной жизни. Из-за компьютерных игр наши внуки вырастают теперь людьми с неизлечимой компьютерной зависимостью. Хорошо это или плохо, здорово или нездорово, люди и компьютеры связаны теперь друг с другом, «пока смерть не разлучит их», прочнее, чем мужья и жены.

Какое отношение имеет эта история с компьютером фон Неймана и с эволюцией компьютерных игр к биотехнологиям? Вот какое. Представление фон Неймана о компьютерах как об огромных машинах, расположенных в специальных центрах, имеет немало общего с распространенным в наши дни в обществе представлением о генной инженерии как о занятии исключительно для больших фармацевтических и сельскохозяйственных компаний, таких как «Монсанто». Общественность относится к «Монсанто» настороженно, потому что в этой компании гены ядовитых пестицидов внедряют в употребляемые в пищу культурные растения, точно так же, как мы настороженно относимся к деятельности фон Неймана, потому что он охотно использовал свой компьютер для разработки водородных бомб. Вполне вероятно, что пока генная инженерия остается прерогативой специальных центров, принадлежащих большим корпорациям, она так и останется непопулярной и спорной формой деятельности.

Но я предвижу великое будущее биотехнической индустрии, которое настанет тогда, когда она пойдет по стопам компьютерной индустрии, по тому пути, который не удалось предвидеть фон Нейману, когда она тоже перестанет быть большой и централизованной и станет маленькой и домашней. Первый шаг в этом направлении уже был сделан, когда в зоомагазинах появились генетически модифицированные тропические рыбки, по-новому и очень ярко окрашенные. Следующий шаг на пути одомашнивания биотехнологий будет сделан, когда она станет удобной для пользователей. У меня был недавно один счастливый день, проведенный на Филадельфийской выставке цветов – крупнейшей в мире выставке, на которой цветоводы со всего мира демонстрируют плоды своих трудов. Я также посетил Выставку рептилий в Сан-Диего, не менее впечатляющее мероприятие, на котором свою работу демонстрируют те, кто разводит рептилий. В Филадельфии можно увидеть лучшие розы и орхидеи, а в Сан-Диего – лучших ящериц и змей. Для дедушек и бабушек, которые приводят на выставку рептилий своих внуков, главная проблема состоит в том, чтобы уйти оттуда, так и не купив змею или ящерицу. Все эти розы и орхидеи и все эти ящерицы и змеи представляют собой плоды трудов увлеченных и опытных цветоводов и рептилиеводов. Тому и другому делу посвящают жизнь многие тысячи людей, как профессионалы, так и любители. Но вы только представьте себе, что будет, когда этим людям станут доступны методы генной инженерии. Появятся наборы «сделай сам» для садоводов, с помощью которых они будут выводить новые сорта орхидей и роз посредством генной инженерии. Появятся также наборы для голубеводов и попугаеводов и для тех, кто разводит ящериц и змей, позволяющие выводить новые их породы. У тех, кто разводит собак и кошек, тоже будут свои наборы.

Генная инженерия, когда она попадет в руки детям и домохозяйкам, даст колоссальный всплеск разнообразия новых живых организмов, положит конец монокультурности, насаждаемой

большими корпорациями. Новые разновидности получают широкое распространение и придут на смену тем, что сгинули по вине монокультурного сельского хозяйства и индустриализации. Создание геномов станет личным делом, новой формой искусства, такой же творческой, как живопись или скульптура. Немногие из новых творений будут шедеврами, но все они будут приносить радость своим создателям и увеличивать разнообразие нашей фауны и флоры.

Последним этапом одомашнивания биотехнологий будет создание биотехнологических игр, похожих на компьютерные игры для детей вплоть до детского возраста, но отличающихся тем, что вместо изображений на экране компьютера дети будут играть с настоящими семенами или яйцами. Играя в такие игры, дети глубоко прочувствуют, что такое рост живых организмов. Победителем может стать ребенок, у которого из семечка вырастет самый колючий кактус или из яйца вылупится самый симпатичный динозавр. С такими играми будут связаны многие трудности и возможные опасности. Нужно будет выработать строгие правила, чтобы, играя в них, наши дети не подвергали опасности себя и других.

Если в будущем нас ждет наплыв одомашненных биотехнологий, в связи с этим нужно ответить на пять вопросов. Во-первых, можно ли этот наплыв остановить? Во-вторых, нужно ли его останавливать? В-третьих, если остановить его невозможно или нежелательно, то как обществу следует его ограничить? В-четвертых, как именно договариваться о таких ограничениях? В-пятых, проводить ли их в жизнь на государственном или на международном уровне? Для обдумывания ответов на все эти вопросы может пригодиться аналогия между компьютерными технологиями и биотехнологиями. Большинство людей, которые будут применять одомашненные биотехнологии во вред, будут, вероятно, мелюзгой, вроде тех юных хакеров, что разносят компьютерные вирусы по всему интернету. С другой стороны, есть немалая разница между компьютерным вирусом и настоящим вирусом, таким как вирус гриппа или иммунодефицита. Если мы разрешим детям игры с розами и змеями, то перед нами будет еще стоять проблема, как предотвратить игры с вирусами.

Вот что я хотел сказать о биотехнологии.

5. Дарвиновская интерлюдия

Моя четвертая ересь – еще одна ересь из области биологии – называется «биология с открытым исходным кодом». Согласно этой ереси, история развития программного обеспечения с открытым исходным кодом, возможно, представляет собой краткое повторение истории жизни на Земле, переускоренный в огромное число раз вариант эволюции.

Карл Вёзе – крупнейший в мире специалист по таксономии микроорганизмов, то есть по эволюции микробов. Он изучал происхождение микробов, выявляя черты сходства и различия их геномов. Им были открыты основы общей структуры древа жизни – происхождение всего живого от трех первичных ветвей. В июньском номере журнала *Microbiology Review* за 2004 год он опубликовал статью, смелую и многое объясняющую, которая называлась «Новая биология для нового века». Его главная идея состоит в том, что редуccionизм, который практиковался в биологии в последние сто лет, должен уйти в прошлое, и на смену редуccionистской биологии должна прийти новая, синтетическая биология, в основе которой будут лежать сообщества и экосистемы, а не гены и молекулы. Помимо этой, главной идеи, он также задается еще одним принципиальным вопросом: когда именно началась дарвиновская эволюция? Под дарвиновской эволюцией он подразумевает эволюцию, как ее понимал Дарвин, основанную на конкурентной борьбе за выживание нескрещивающихся друг с другом видов. Он приводит доказательства того, что дарвиновская эволюция началась не с самого момента возникновения жизни. Сравнение геномов древних групп живых организмов убедительно свидетельствует о том, что между ними происходил массивный перенос генетической информации. В древнейшие времена преобладал процесс, который он называет горизонтальным переносом генов. Причем чем дальше в прошлое, тем это преобладание сильнее.

К любым идеям, которые высказывает Карл Вёзе, даже чисто гипотетическим, нужно относиться серьезно. В своей статье о «новой биологии» он высказывает предположение о золотом веке до-дарвиновской жизни, когда горизонтальный перенос генов был всеобщим явлением, и отдельные виды еще не существовали. Жизнь в то время представляла собой сообщество клеток разного типа, которые делились друг с другом генетической информацией посредством вирусов, так что хитрые химические реакции и каталитические процессы, выработанные одним организмом, могли в итоге наследоваться всеми. Эволюция была тогда общим делом, и всё сообщество шло по пути совершенствования эффективности обмена веществ

и размножения, за счет того, что наиболее эффективные клетки делились своими генами с другими. Такая эволюция могла идти очень быстро, потому что новые химические уловки могли эволюционировать одновременно в клетках разного типа, работая параллельно, а затем объединяться в одной клетке за счет горизонтального переноса генов. Но затем, в один черный день, некая клетка вроде примитивной бактерии оказалась на один прыжок впереди остальных. Эта клетка, предвосхищая то, что через три миллиарда лет сделал Билл Гейтс, отделилась от сообщества и отказалась делиться генами. Ее потомство стало первым видом, закрепив за собой интеллектуальную собственность для своего частного использования. Обладая большей, чем у других, эффективностью, оно продолжало плодиться и эволюционировать отдельно, в то время как клетки остального сообщества жили по-прежнему, делясь друг с другом. Через несколько миллионов лет от сообщества отделилась еще одна клетка, которая образовала второй вид. И это продолжалось до тех пор, пока от сообщества ничего не осталось, за исключением, быть может, только вирусов, и всё живое оказалось разделенным на виды. Так началась дарвиновская интерлюдия.

Теперь, по прошествии трех миллиардов лет, дарвиновская интерлюдия закончилась. Это была лишь интерлюдия между двумя периодами горизонтального переноса генов. Эпоха дарвиновской эволюции, в основе которой лежало соревнование между видами, подошла к концу около 10 000 лет назад, когда один вид – *Homo sapiens* – занял господствующее положение и начал переделывать биосферу. С того времени культурная эволюция заняла место эволюции биологической в качестве главной движущей силы происходящих изменений. Культурная эволюция принципиально отличается от дарвиновской. Культуры распространяются посредством не столько генетического наследования, сколько горизонтального переноса идей. Культурная эволюция идет со скоростью в тысячу раз большей, чем дарвиновская эволюция, и ведет нас к новой эре культурной взаимозависимости, которую мы называем глобализацией. И теперь, в последние тридцать лет, *Homo sapiens* возродил древнюю додарвиновскую практику горизонтального переноса генов, легко передавая гены микробов растениям и животным и размывая границы между видами. Мы с большой скоростью движемся в постдарвиновскую эру, когда виды перестанут существовать, в основе обмена генами будет лежать принцип открытого исходного кода и эволюция жизни вновь станет общим делом. Это моя четвертая ересь.

Похоже, что во второй половине XXI века основой нашей жизни и экономической деятельности станут биотехнологии, подобно тому, как компьютерные технологии стали основой жизни и экономики во второй половине XX века. Возможно, биотехнологии смогут обеспечить всеобщее равенство, перераспределяя богатства во все уголки планеты, где есть земля и воздух, вода и солнце. Эти достижения не будут иметь ничего общего с нынешними бестолковыми усилиями по выращиванию кукурузы для получения из нее этанола. Это предприятие с этанолом не помогает сократить выбросы углекислого газа и попутно вредит беднякам по всей планете, повышая цену на землю. Когда мы окончательно освоим биотехнологии, правила игры в области климата радикально изменятся.

6. Ядерное оружие

И наконец, последняя ересь, о ядерном оружии, что на деле, по моему мнению, есть самое важное. Согласно моей пятой ереси, первойшю опасностью для нас и для окружающей среды представляет ядерное оружие, и нашей важнейшей задачей должно стать скорейшее от него избавление. Я оставил эту ересь напоследок, но сам я считаю ее первойшей. Я проповедовал ее уже не менее двадцати пяти лет, и по-прежнему проповедую сегодня. Мир за последние двадцать пять лет кардинально изменился. Что-то изменилось к лучшему, что-то – к худшему. Самое лучшее изменение, возможность которого я не мог себе и представить, состояло в том, что мирным путем распался Советский Союз. Самое худшее изменение, которого я тоже не мог себе и представить, состояло в том, что Соединенные Штаты начали превентивную войну. В результате этих изменений изменились и взгляды людей на ядерное оружие, но принципиальная опасность, связанная с ним, и средства против нее едва ли хоть сколько-нибудь изменились.

Сегодня людей в основном беспокоит ядерное оружие в руках Ирана, Северной Кореи или Пакистана, так называемых «стран-изгоев», или ядерное оружие в руках террористических группировок вроде «Аль-Каиды». Эту проблему называют проблемой распространения ядерного оружия. Такая проблема действительно есть, причем уже пятьдесят лет как. Но мы не можем решить ее самостоятельно. Главная наша проблема – решить которую в нашей власти – это проблема нашего собственного ядерного оружия. У нас есть, между нами говоря, около десяти

тысяч единиц ядерного оружия – достаточно, чтобы стереть с лица Земли значительную часть ее населения. У Российской Федерации его примерно столько же, сколько у американцев. У других стран – намного меньше. Эти огромные запасы оружия представляют для мира в целом намного большую опасность, чем то малое количество, которое может себе позволить Иран или Пакистан. У нас жалуются, что русские плохо следят за своим ядерным оружием, но я никогда не забуду тот момент, когда я вошел в некое помещение в одном из наших собственных мест хранения ядерного оружия и увидел валяющиеся на полу водородные бомбы, даже не привязанные, сорок одну штуку. Я внимательно сосчитал их и убедился, что их сорок одна. Я подумал: интересно, заметил бы кто-нибудь, если бы одна или две из них пропали. Так что наша сторона тоже следит за своим оружием не лучшим образом.

Рассказать о ядерном оружии можно в двух разных ключах. Можно говорить о религии и морали, о том, что ядерное оружие – это зло, не имеющее равных, потому что это оружие геноцида, что это преступление перед Богом, и что наш моральный и религиозный долг состоит в том, чтобы от него избавиться. Или же можно прагматично рассуждать о военных нуждах – о том, что ядерное оружие неэффективно с практической точки зрения. Я не стану пересказывать религиозные аргументы, исходя из того, что все вы их уже слышали и более или менее согласны, что ядерное оружие – это, в принципе, зло. Поэтому я сосредоточусь на военных аргументах, чтобы убедить вас, что ядерное оружие на самом деле не помогает выигрывать войны. Мы не можем сделать со своим ядерным оружием ничего осмысленного, что помешало бы Ирану или Северной Корее занять собственное ядерное оружие. Находясь в здравом уме, мы никогда не сможем использовать наши собственные бомбы ни для каких военных целей. Главная проблема использования ядерного оружия с целью выиграть войну с какой-нибудь бедной страной, состоит в том, что у нас есть все подходящие мишени, а у них таких мишеней очень мало. Ядерное оружие позволяет убить множество людей и добиться того, что те, кто выживет, крепко нас возненавидят, но это не означает выигранной войны.

Я делаю из этого вывод, что одной из важнейших целей нашей внешней политики должно быть полное избавление от ядерного оружия. Мы должны понимать, что слово «избавление» может сбить с толку. Мы никогда не можем знать наверняка, что наши враги или наши друзья не прячут где-нибудь секретные запасы оружия. Как известно, спрятать ядерное оружие просто. Когда мы говорим об избавлении от ядерного оружия, мы подразумеваем, что это оружие должно быть запрещено законом, точно так же, как сегодня запрещено оружие биологическое. Это означает, что всё оставшееся оружие может быть лишь нелегальным, секретным, без каких-либо крупных и явно задействованных систем доставки. Кроме того, это означает, что мы будем уверены в том, что у нас самих ядерного оружия больше нет. Я считаю, что без нашего ядерного оружия в мире будет безопаснее, даже если у других стран какое-то его количество останется. Самые заманчивые из возможных мишеней для внезапной атаки – это, например, ядерные авианосцы, а такие мишени есть, в основном, именно у нас. Избавившись от таких мишеней, мы существенно сократим шансы того, что в открытом море или в Персидском заливе начнется война.

От оружия можно избавиться двумя способами: в одностороннем порядке или достигнув многосторонней договоренности. Оба этих способа в течение последних пятидесяти лет пытались применять, иногда успешно. Я вкратце изложу вам четыре примера из истории. Первый касается 1963 года, когда я работал в Ведомстве США по контролю над оружием и разоружению. В то время в ходе гонки вооружений делались всё более и более крупные водородные бомбы. Советский Союз тогда лидировал, сделав бомбу в 65 мегатонн, заявленную как прототип бомбы в 100 мегатонн. Мы опасались, что следующим шагом гонки будет бомба в одну гигатонну, слишком тяжелая, чтобы ее мог нести самолет или ракета. Гигатонные бомбы можно было бы разместить в больших подводных контейнерах или автоматических подводных лодках без экипажа и разрушать с их помощью приморские города, вызывая гигантские цунами. Но даже самые кровожадные генералы ВВС и адмиралы ВМС не хотели таких бомб. Президент Кеннеди и председатель [Совета Министров] Хрущев достигли договоренности о запрете ядерных испытаний в атмосфере, положившей конец этому безумию. Все последующие ядерные испытания приходилось проводить под землей. А подземные испытания на практике ограничены результатом примерно в десять мегатонн. После этого гонка вооружений понеслась в другом направлении – в сторону меньших и менее мощных бомб. Но Кеннеди и Хрущев упустили возможность договориться о полном запрете ядерных испытаний, который намного сильнее замедлил бы гонку вооружений.

Мой второй пример касается уничтожения биологического оружия, которое осуществил президент Никсон в 1969 году. Это было одностороннее решение, принятое Никсоном тихо, без всякого шума. Не потребовалось ни международных переговоров, ни процедуры ратификации Сенатом. Противники этого решения не получили возможности публично высказать свои возражения или в законном порядке задержать принятие этого решения. Никсон просто объявил, что все государственные программы, связанные с биологическим оружием, должны быть прекращены, а все его запасы уничтожены. Это произошло благодаря тому, что у гарвардского биолога Мэтью Мезельсона был на полуострове Кейп-Код летний дом, дача, как вы бы это назвали, по соседству с Генри Киссинджером, который был у Никсона советником по национальной безопасности. Мезельсон убедил Киссинджера, что пора избавиться от биологического оружия, а Киссинджер убедил Никсона. В ходе посвященного этому вопросу заседания Конгресса Мезельсон спросил армейских генералов, отвечавших за программу по биологическому оружию: «Как конкретно вы планируете применять это оружие?» – и им нечего было ответить. Генералы были вынуждены признать, что даже если бы на нас напали, применив биологическое оружие, у них не было никаких реалистичных планов применения в ответ на это нашего собственного биологического оружия. Из чисто военных соображений наше собственное оружие было бесполезным. Через три года после того, как Никсон принял это решение, в 1972 году, он договорился о принятии международной конвенции, объявившей биологическое оружие вне закона, и Советский Союз подписал эту конвенцию. Нельзя было проверить, выполняются ли условия этой конвенции, и на самом деле в Советском Союзе после этого продолжалась секретная программа по биологическому оружию. И всё же с этой конвенцией нам было намного лучше, чем без нее. Советская программа оставалась тайной, никакой открытой развертки биологического оружия не было. Угроза применения биологического оружия террористами сохраняется, но эта угроза была бы намного серьезнее, если бы у нас по-прежнему были собственные запасы биологического оружия, которое террористы могли бы украсть.

В третьем примере, который я приведу, попытка избавиться от вооружений не увенчалась успехом. В 1986 году президент Рейган и председатель [Президиума Верховного Совета, в то время генеральный секретарь ЦК КПСС] Горбачев провели встречу в Рейкьявике, чтобы договориться о соглашении по контролю над вооружениями. Рейган был горячим сторонником полного уничтожения ядерного оружия, и у Горбачева были похожие взгляды. Они сбежали от своих советников и стали беседовать один на один. Они подошли очень близко к соглашению об уничтожении всего своего ядерного оружия всех типов. Но им не удалось прийти к этому соглашению, по двум причинам. Во-первых, у них обоих были официальные советники, которые смертельно боялись любых кардинальных изменений *status quo*. Во-вторых, Рейгану была очень дорога его программа противоракетной обороны – «Звездных войн», от которой он не захотел отказываться, в то время как Горбачев опасался, что система «Звездных войн» может быть преобразована в систему нападения для нанесения первого удара. Страхи Горбачева были преувеличены, но не были необоснованны. Из-за своей неуступчивости со «Звездными войнами» Рейган упустил шанс изменить ход истории.

В четвертом примере от вооружений удалось избавиться с полным успехом. Это случилось в 1991 году, когда американским президентом был Джордж Буш-старший. За два года до этого Горбачев разрешил Германии воссоединиться и разрушить Берлинскую стену, на чём холодная война, по сути, и закончилась. Президент Буш решил, что для армии и надводного флота Соединенных Штатов настало время избавиться от всех тактических ядерных систем. В результате около половины всех наших вооружений, приведенных в боевую готовность, были в одностороннем порядке сняты за один день. Это было крупнейшее ядерное разоружение в истории. За несколько лет до того, как это случилось, я посетил ракетный крейсер «Принстон», стоявший в гавани Лонг-Бич. Этот крейсер был назван в честь города, в котором я живу. На нём было 98 крылатых ракет «Томагавк» в двух больших ящиках, в одном 49 с ядерными боеголовками, а в другом 49 с неядерными. Капитан должен был стараться не забыть, в каком какие. В любой момент могла произойти какая-нибудь случайность, из-за которой на море началась бы ядерная война. Армейское тактическое ядерное оружие, приведенное в боевую готовность во многих открытых местах по всему миру, представляло не меньшую опасность. Теперь ничего этого больше нет. Теперь и в армии и в надводном флоте радуются, что избавились от ядерного оружия. Они могут теперь намного лучше выполнять свою работу, без затруднений, связанных с заботой о ядерном оружии. Никто не хочет вернуть это оружие обратно. Буш позаботился о том, чтобы объявить эту операцию в то самое время, когда было

урегулировано дело по иску против табачной промышленности. Так что американские СМИ сконцентрировали свое внимание на этом табачном деле, и ядерное разоружение проскочило незамеченным. Через некоторое время Горбачев ответил на это тем, что, в свою очередь, убрал советское тактическое ядерное оружие.

Эти четыре примера убеждают меня в том, что действия, предпринимаемые в одностороннем порядке, обычно приближают кардинальное разоружение эффективнее, чем многосторонние переговоры. Разумеется, нужно пытаться действовать обоими способами, оба они нужны. Самый последний шаг в направлении уничтожения ядерного оружия был сделан в 2006 году Максом Кампельманом, который был вместе с Рейганом в Рейкьявике и был уполномоченным Рейгана на тех переговорах по контролю над вооружениями. Кампельман опубликовал вместе с несколькими другими заслуженными государственными деятелями, в число которых входили Генри Киссинджер, Уильям Перри, Сэм Нанн и Джордж Шульц, бывший при Рейгане госсекретарем, декларацию, призывающую сделать уничтожение ядерных вооружений во всём мире целью внешней политики Соединенных Штатов. Они предложили вернуться к переговорам с Россией, которые велись в Рейкьявике, и затем привлечь другие страны, чтобы достигнуть многостороннего соглашения об уничтожении ядерных вооружений. По-моему, они слишком усердно подчеркивали, как приводить такое соглашение в исполнение и следить за тем, что оно выполняется. Было бы лучше начать с односторонних шагов, никого ни к чему не принуждая. В мире было бы намного безопаснее, если бы основные ядерные арсеналы не были открыто приведены в боевую готовность, даже если бы в Израиле и Иране при этом остались какие-то запрятанные запасы. Не существует разумного способа привести такое соглашение в исполнение, если Израиль и Иран не захотят участвовать. Каждая страна должна иметь права не присоединиться к соглашению или выйти из него в шестимесячный срок. Возможность выхода прописана отдельным пунктом во всех соглашениях по контролю над вооружениями, из очень веских соображений.

Главную трудность, которую нужно преодолеть, если мы хотим убедить американскую или российскую общественность избавиться от наших ядерных вооружений, составляет глубокое убеждение, что ядерные вооружения в какой-то степени обеспечивают нашу безопасность. Это убеждение поддерживается несколькими мифами, особенно мифом о том, что американское ядерное оружие в Хиросиме и Нагасаки привело к концу второй мировой войны. Недавние исследования историка Хасегавы и других убедили меня в том, что этот миф не соответствует действительности. Важнейшее свидетельство содержится в подписанном в августе 1945 года официальном рескрипте императора Хирохито, обращенном к его вооруженным силам, где им приказано сдать. В этом рескрипте не упомянуты ядерные бомбы, в нём подчеркивается аналогия между ситуацией, сложившейся в 1945 году, и ситуацией, сложившейся в 1895 году в конце китайско-японской войны. Потому что Хирохито очень хорошо знал японскую историю. В 1895 году Япония разбила Китай и заняла Манчжурию. Европейские державы под предводительством России вмешались в эту войну и вторглись в Манчжурию. Русские заняли Порт-Артур. Великий император Мейдзи, который превратил Японию в современную державу, принял унижительный мир. Заключив позорный мир с европейцами, Мейдзи не дал русским вторгнуться в Японию. Язык рескрипта Хирохито показывает, что он помнил об этой аналогии, когда принимал решение сдать. Его заботила прежде всего история, а не технологии. Решающим фактором были не бомбежки Хиросимы и Нагасаки, а объявленная русскими война и их вторжение в Манчжурию.

Есть и еще несколько мифов, которые нужно развенчать. Есть миф о том, что если бы Гитлер получил ядерное оружие раньше, чем мы, то он мог бы с его помощью покорить мир. Намного вероятнее, что если бы у Гитлера было ядерное оружие, он с его помощью убил бы множество людей в Лондоне и здесь, в Москве, вероятно и меня в том числе, но наши войска закончили бы войну на год раньше, дойдя до Берлина в 1944 году, а не в 1945-м. Есть и еще один миф, о том, что изобретение водородной бомбы изменило саму природу ядерных вооружений. На самом деле, если посмотреть на наши нынешние запасы ядерного оружия, они почти ничем не отличаются от тех, что были бы, если бы водородную бомбу так никогда и не изобрели. Есть также миф о том, что международные соглашения об уничтожении вооружений не имеют смысла, если строжайшим образом не следить за их выполнением. Но на самом деле за выполнением многих международных соглашений никто не следит, и их даже нарушают, но они, тем не менее, продолжают приносить пользу. Хорошим примером может служить соглашение Раша-Бэгота от 1817 года, которое позволило сохранить мир на границе между Соединенными

Штатами и Канадой. Так что все эти мифы не соответствуют действительности. Когда они будут развенчаны, тогда, быть может, станут возможны решительные шаги в сторону мира без ядерных вооружений. Но чтобы это случилось, миролюбивые граждане и прагматичные президенты и военные должны вместе работать над этим.

Мое время подошло к концу, и я не стану пытаться вкратце изложить те уроки, которые вы могли извлечь из этих пяти ересей. Главный урок, который мне хотелось бы до вас донести, состоит в том, что наше далекое будущее не предопределено. Правила всемирно-исторической игры меняются каждые десять лет непредсказуемым образом. Все модные сегодня проблемы и все господствующие сегодня догмы, вероятно, устареют лет за двадцать. Мои ереси, вероятно, тоже устареют. Наше будущее в руках наших детей и внуков. Мы должны дать им свободу поиска своих собственных ересей.

Спасибо.

Перевод Петра Петрова

© 2009 Фримен Дайсон (текст)