

В одном мгновенье видеть вечность,
Огромный мир — в зерне песка,
В единой горсти — бесконечность
И небо — в чашечке цветка.

У. Блейк. Изречения невинности
(Перевод С. Маршака)

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение. ПОСЛЕДНИЙ ВЗДОХ	7
I. ПОЯВЛЕНИЕ ВОЗДУХА. ЧЕТЫРЕ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ	
Глава первая. ПЕРВЫЙ ВОЗДУХ ЗЕМЛИ	24
<i>Небольшое отступление. ВЗРЫВАЮЩЕЕСЯ ОЗЕРО</i>	59
Глава вторая. ДЬЯВОЛ В ВОЗДУХЕ	68
<i>Небольшое отступление. АВТОГЕН — ОПАСНЫЙ ИНСТРУМЕНТ.</i>	105
Глава третья. ПРОКЛЯТЬЕ И БЛАГОСЛОВЕНИЕ КИСЛОРОДА.	115
<i>Небольшое отступление. СТРАШНЕЕ, ЧЕМ У ДИККЕНСА</i>	155
II. ПРИРУЧЕНИЕ ВОЗДУХА. СВЯЗЬ ЧЕЛОВЕКА С ВОЗДУХОМ	
Глава четвертая. ЧУДОТВОРНЫЙ ГАЗ УДОВОЛЬСТВИЯ	166
<i>Небольшое отступление. LE RÉTOMANE</i>	204
Глава пятая. КОНТРОЛИРУЕМЫЙ ХАОС.	214
<i>Небольшое отступление. СТАЛЬ И ТРАГЕДИЯ</i>	251
Глава шестая. В СИНЕВЕ	266
<i>Небольшое отступление. НОЧНЫЕ ОГНИ</i>	302
III. ГРАНИЦЫ. НОВЫЕ НЕБЕСА	
Глава седьмая. ОСАДКИ ИЗ РАДИОАКТИВНЫХ ОСАДКОВ	312
<i>Небольшое отступление. АЛЬБЕРТ ЭЙНШТЕЙН</i> <i>И «НАРОДНЫЙ ХОЛОДИЛЬНИК»</i>	348
Глава восьмая. ПОГОДНЫЕ ВОЙНЫ.	362
<i>Небольшое отступление. СЛУХИ ИЗ РОЗУЭЛЛА</i>	395
Глава девятая. СТАВКА НА ИНОПЛАНЕТНЫЙ ВОЗДУХ	411
Благодарности	443
Примечания.	445
Литература	472

ВВЕДЕНИЕ

ПОСЛЕДНИЙ ВЗДОХ

Позвольте мне предложить вам небольшой эксперимент. Попробуйте в течение нескольких секунд внимательно следить за воздухом, выходящим из ваших легких, — как будто это ваши последние в жизни порции воздуха. Что вы на самом деле знаете об этом воздухе? Почувствуйте, как в груди расширяются и сжимаются легкие. Что там происходит? Прикоснитесь рукой к губам и почувствуйте, как изменяется выходящий из вас воздух — становится теплым и влажным и, может быть, приобретает ваш запах. Что за алхимия вызывает эти превращения там, внутри? Конечно, наши тактильные ощущения не позволяют этого сделать, но попробуйте представить, будто различаете отдельные молекулы газа, ударяющиеся о кончики ваших пальцев, — невероятно крохотные частицы, улетающие в окружающее пространство. Сколько их, какие они и какова их судьба?

Некоторые частицы улетают недалеко. Со следующим вдохом они опять проникают в ваши легкие, как волны, которые бросаются на берег, перед тем как их вновь поглотит море. Другие отлетают дальше и какое-то время обитают на свободе в соседней комнате, но потом тоже возвращаются назад,

как блудные сыны. А большинство просто присоединяются к анонимной массе атмосферного воздуха и путешествуют по всему миру. Но и в этом случае, возможно, через несколько месяцев некоторые усталые пилигримы опять возвратятся к вам. Вполне возможно, что между первой и второй встречей с этими молекулами вы очень сильно изменитесь, но призраки прошлого дыхания продолжают виться вокруг вас каждую секунду и каждый час, постоянно возвращая вас во вчерашний день.

Конечно же, это происходит не только с вами. То же самое относится ко всем людям на Земле. Более того, ваши «призраки» смешиваются с «призраками» других, поскольку многие практически наверняка вдыхали и выдыхали молекулы, которые побывали (или еще побывают) внутри вас. К примеру, если вы читаете эти строчки, находясь в окружении других людей, вы вдыхаете воздух, которым уже дышали все эти люди, — воздух «секонд-хенд». Ваша реакция на мои слова, вероятно, будет зависеть от состава компании. В какой-то ситуации эта близость может нравиться: например, когда мы чувствуем на лице дыхание любимого человека. В иной ситуации это ощущение невыносимо (когда в самолете вам достался болтливый сосед, поевший за обедом чеснока). Но если мы дышим воздухом не из персонального сосуда, нам не избежать встречи. Мы вновь и вновь вдыхаем воздух, который выдохнули люди, находящиеся как поблизости, так и вдали от нас. Как свет дальних звезд попадает на радужную оболочку наших глаз, так и молекулы воздуха из легких какого-нибудь незнакомца из Томбукту в один прекрасный момент могут до нас долететь.

Еще более удивительно, что воздух, которым мы дышим, связывает нас с прошлым. Какие-то из молекул, только что попавших в ваши легкие, могли быть свидетелями терактов 11 сентября, падения Берлинской стены, событий Первой мировой войны или зарождения американского гимна при бомбардировке форта Мак-Генри. А если мы в воображении отправимся еще дальше во времени и пространстве, то придем к весьма забавному предположению. К примеру, вполне возможно, что со следующим вдохом — да-да, именно с этим! — ваши легкие захватят некоторые из молекул, которые выдохнул в момент смерти Юлий Цезарь.

Вы ведь знаете историю его смерти? Дело было в Риме, в мартовские иды 44 г. до н. э. Юлий Цезарь — *Pontifex maximus, Dictator perpetuo*^{*}, первый римлянин, изображение которого появилось на монете еще при жизни, — пришел на заседание Сената в курию, где царило необычное после бурной ночи оживление. За обедом разговор зашел на странную тему — о том, как лучше умереть (Цезарь заявил, что предпочел бы быструю и неожиданную смерть). Диктатор Рима страдал эпилепсией и ночью плохо спал, а его жене привиделся зловещий сон: их дом рушился, а она держала на руках окровавленное тело супруга.

Поэтому в то утро Цезарь долго не выходил из дома, но в последнюю минуту приказал слугам приготовить носилки, и по мере приближения к Форуму он наконец расслабился и стал дышать ровнее.

^{*} *Pontifex maximus, dictator perpetuo* (лат.) — Великий понтифик, бессрочный диктатор; слова, в сокращенном виде выбитые на реверсе монеты 43 г. до н. э. — *Примеч. ред.; далее — Примеч. пер.*

По дороге он даже посмеялся над прорицателем, который за месяц до этого предсказал ему гибель до наступления середины марта. Цезарь наполнил легкие воздухом и вскрикнул: «Мартовские иды наступили!» — «Но они еще не закончились», — ответил прорицатель без тени улыбки.

Когда Цезарь вошел в здание курии, сенаторы поднялись на ноги. В зале было душно из-за дыхания и тепла тел множества людей. Прежде чем диктатор успел усесться на свой золотой трон, к нему подошел сенатор Луций Цимбер — с прошением о помиловании брата. Цимбер знал, что Цезарь никогда не пойдет на уступку, но именно в этом и заключался план заговорщиков. Цимбер умолял, Цезарь отказывался его слушать, и вокруг них, привлеченные громкими голосами, собрались шестьдесят сенаторов. На трон Цезарь сел сильно раздраженный. Он хотел прекратить разговор, но Цимбер опустил руки ему на плечи, словно умоляя о снисхождении, и потянул вниз пурпурную тогу, оголив диктатору грудь.

«К чему насилие?» — удивился Цезарь; он и не предполагал, насколько близок к истине. В следующее мгновение на него набросился сенатор Каска, прицелившись кинжалом в шею. «Проклятый Каска, что ты делаешь?» — вскричал Цезарь скорее удивленно, чем рассерженно. Но вот уже на диктатора накинута целая толпа сенаторов — и каждый, отдергивая свою тогу, обнажал кожаный карман на поясе. В этом кармане обычно носят перо, но вместо шестидесяти перьев на Цезаря нацелилось шестьдесят острых кинжалов. Цезарь наконец все понял. *Sic semper tyrannis**.

* Такова участь тиранов (лат.).



Винченцо Камуччини «Смерть Цезаря»

Сначала Цезарь сопротивлялся, но после нескольких ударов мраморный пол под его сандалиями окрасился кровью. Он запутался в складках тоги и упал. Убийцы, набросившись на него, нанесли в общей сложности 23 удара. Позднее, осматривая тело Цезаря, врач установил, что 22 раны были поверхностными. С каждым новым ударом тело теряло силу, а кровь отлила от периферии к центру, чтобы обеспечить кислородом жизненно важные органы, но, как считал эскулап, Цезарь выжил бы, если бы не единственный удар, нанесенный прямо в сердце.

Большинство версий этого события сводятся к тому, что обессиленный Цезарь скончался без стонов. Но одна версия — и именно она захватывает воображение людей на протяжении двух тысячелетий — гласит, что в последний миг, получив удар в пах, Цезарь открыл залитые кровью глаза и увидел в толпе убийц своего воспитанника Брута с кинжалом в руке. Цезарь узнал его и удивленно

прошептал: «И ты, сын мой?» — наполовину вопрос, наполовину ответ. Затем, пытаясь сохранить достоинство, он прикрылся тогой и испустил последний болезненный вздох.

Что же «случилось» потом с этим последним выдохнутым Цезарем воздухом? На первый взгляд ответ кажется очевидным — он рассеялся. Цезаря не стало так давно, что практически ничего не осталось от здания, где он умер, не говоря уже о теле, которое было предано кремации. Даже железные кинжалы, наверное, проржавев, превратились в пыль. Как же могло сохраниться нечто столь эфемерное, как воздух? В любом случае, атмосфера расширяется так быстро, что воздух, выдохнутый Цезарем перед смертью, на сегодняшний день наверняка полностью рассеялся в небесах. Вскройте вены в океане и через две тысячи лет попытайтесь собрать на берегу кружку крови!

Но давайте немного позанимаемся вычислениями. В среднем при каждом выдохе легкие человека высвобождают около пол-литра воздуха. Возможно, умирающий Цезарь выдохнул целый литр, что соответствует объему мяча диаметром 10 см. А теперь сравним объем этого мяча с объемом всей атмосферы. В некотором приближении можно сказать, что атмосфера Земли представляет собой оболочку толщиной около 15 км. Объем такой оболочки равен примерно 10^{10} км³. Таким образом, один литр воздуха составляет лишь 0,00000000000000000001% объема атмосферы. Это невероятно малая величина. Представьте, что мы соберем вместе сто миллиардов человек, живших на Земле до сих пор: вас, меня, всех римских императоров, всех римских пап и даже

доктора Кто*. Так вот, если мы уменьшим всю эту популяцию во столько раз, во сколько объем атмосферы превышает литр воздуха, у нас останется лишь 0,00000000001 «человека» — всего несколько сотен клеток, буквально «последний вздох». По сравнению с объемом атмосферы выдохнутый Цезарем воздух кажется ошибкой округления, нулем. И просто невозможно, что при следующем вдохе вам попадется какая-то частица его последнего вдоха.

Но, прежде чем окончательно исключить вероятность этого события, давайте поговорим о том, как быстро газы распространяются в атмосфере нашей планеты. Примерно за две недели ветра должны были разнести выдохнутый Цезарем воздух вокруг земного шара в виде полосы на широте Рима — через Каспийское море, Монголию, Чикаго и Кейп-Код. Примерно через два месяца этот воздух распространился бы по всему Северному полушарию, а еще через год или два — по всему земному шару. (То же самое, естественно, происходит и сегодня: любой выдыхаемый воздух, отрыжка, выхлопные газы, появившиеся в любой точке Земли, достигнут вас через две недели, через два месяца или через два года — в зависимости от вашего местонахождения относительно исходной точки.)

Кажется очевидным, что ветер рассеивает выдыхаемый нами воздух до такой степени, что от него не остается ровным счетом ничего. Разве не должна эта капля бесследно исчезнуть в бездонном море воздуха? Или нет? В наших вычислениях мы рассматривали выдохнутый Цезарем воздух как единое целое, как

* «Доктор Кто» (*Doctor Who*) — герой одноименного британского телесериала об инопланетном путешественнике во времени.

однородную массу. На самом деле эта масса состоит из отдельных молекул. И поэтому, хотя интуитивно нам кажется, что последний вздох Цезаря превратился в ничто, на микроскопическом уровне он вовсе не исчез, поскольку выдохнутые им молекулы существуют до сих пор. Хотя воздух кажется нам «мягким», молекулы, составляющие его, достаточно прочные — связи между атомами в этих молекулах являются одними из самых устойчивых в природе. Таким образом, когда я говорил, что вы могли вдохнуть часть выдохнутого Цезарем воздуха, я имел в виду *молекулы*, вышедшие из его легких в предсмертном вздохе.

Вероятность такого события, разумеется, зависит от того, сколько молекул мы вдыхаем и выдыхаем. Используя простейшие химические знания, можно рассчитать, что в одном литре воздуха при стандартных условиях температуры и давления содержится около 25 секстиллионов (25×10^{21}) молекул. Это какое-то немыслимое число, выходящее за пределы человеческого понимания. Представьте, что Билл Гейтс перевел все свое состояние размером около 80 млрд долларов в банкноты по одному доллару, сложил их под матрасом и постепенно использует — по одной бумажке — для открытия новых предприятий. Допустим, каждое из 80 млрд предприятий процветает и в какой-то момент тоже оценивается в 80 млрд долларов. Сложите вместе все эти доллары — 80 млрд раз по 80 млрд долларовых банкнот, — и их число все еще будет в четыре раза меньше числа молекул, выходящих из ваших легких при каждом выдохе. Все дороги, каналы и аэропорты мира за всю историю человечества не пропускали через себя столько людей, сколько молекул переправляют

наши легкие каждую секунду. И с этой точки зрения предсмертный вздох Цезаря был столь огромен, что почти невозможно, чтобы при следующем вдохе вам в легкие не попало хотя бы несколько из выдохнутых им молекул.

Так что же побеждает? Безумное количество молекул в последнем вдохе Цезаря или ничтожность объема каждого вдоха по сравнению с объемом атмосферного воздуха? Чтобы ответить на этот вопрос, рассмотрим задачу о побеге преступников из тюрьмы.

Предположим, что из тюрьмы Алькатрас сбежали все 300 заключенных: Аль Капоне, «Птицелов» Роберт Страуд, «Пулемет» Джордж Келли* и 297 их дружков. Они уничтожили охрану, сколотили плоты и добрались до материка. Предположим также, что благодаря опыту и сноровке им удалось добраться до Сан-Франциско, а потом (подобно газу) рассеяться на просторах Соединенных Штатов, что снижает вероятность их поимки. Вам, конечно же, вся эта история не нравится и хочется знать, не окажется ли кто-то из этих беглецов неподалеку от вашего дома. Насколько оправданны ваши опасения?

Ну что ж, посмотрим. Территория Соединенных Штатов составляет 9,8 млн км². Поскольку преступников 300, на каждые 32 000 км² приходится по одному преступнику. Мой родной город в Южной Дакоте занимает около 195 км² прерии, так что количество беглецов, которые могли бы здесь оказаться,

* Алькатрас — американская тюрьма на острове Алькатрас в заливе Сан-Франциско; действовала с 1934 по 1963 г.; Аль Капоне и Джордж Келли — американские гангстеры времен «сухого закона»; Роберт Страуд — американский преступник, во время заключения занимался ловлей и продажей птиц.

составляет $195/32\ 000 = 0,006$, то есть ноль. Конечно, нельзя быть уверенным на 100%, что там не будет никого из них, поскольку где-то они все должны оказаться. Но все же Алькатрас не смог бы наводнить страну таким количеством головорезов, чтобы мой родной город приютил у себя кого-нибудь из них.

Однако есть тюрьмы покрупнее Алькатраса. Представим, что то же самое произошло в тюрьме Кук-Каунти в Чикаго, где содержатся 10 000 заключенных. Поскольку на свободе оказалось больше преступников, вероятность повстречать одного из них в моем городе достигла бы 20%. Цифра невелика, но я уже вспотел. Вероятность встретиться с одним из бывших заключенных вырастет еще больше, если допустить, что из всех американских тюрем одновременно сбежали все заключенные (это 2,2 млн человек). В таком случае количество преступников в моем городе вырастет до 43 — уже не процентов, а реальных людей. Другими словами, если преступники сбежали из Алькатраса, мой родной город из-за микроскопического размера по сравнению с размерами всей страны останется в относительной безопасности. Но при апокалипсическом сценарии, когда раскрываются ворота всех тюрем страны, численность преступников перекрывает спасительное влияние малого размера города и по статистике позволяет кому-то из них оказаться на его территории.

Учитывая все вышесказанное, вернемся к задачке про последний вздох Цезаря. Вырвавшиеся из его легких молекулы — это сбежавшие из тюрьмы преступники. Их расселение по стране — диффузия молекул в атмосфере. А вероятность обнаружить бывшего заключенного в каком-то (сравнительно

Надеюсь, вы понимаете, что дело совсем не в Цезаре. В том варианте, в котором я впервые услышал эту историю, речь шла не о Цезаре, а о распятом Христе (я учился в католической школе), и, вообще говоря, такую же историю можно рассказать о любом человеке в предсмертной агонии: о гибнущих жителях Помпеи, жертвах Джека Потрошителя или о задыхающихся во время газовой атаки солдатах Первой мировой войны. Кроме того, это относится к любому человеку, отошедшему в мир иной в собственной постели, — законы физики во всех случаях одни и те же. Да и вообще, я мог рассказать то же самое о Рин Тин Тине или цирковом слоне Джамбо*, о любом жившем на свете существе — от бактерии до синего кита — и его последнем дыхании, частицы которого до сих пор циркулируют внутри нас.

Но почему мы ограничиваемся только процессом дыхания? Вопрос о количестве молекул в последнем вздохе того или иного существа стал классическим вопросом в курсах физики и химии. И я начинаю нервничать, когда вновь и вновь слышу, как кто-нибудь рассуждает на тему «последнего вздоха». Почему не отважиться на большее? Почему не пойти дальше и не связать молекулы воздуха с более общими и глобальными явлениями? Почему не рассказать историю *всех* газов, которые попадают в наши легкие?

Все важные события в истории Земли — от вулканических извержений гадейской эпохи до

* Рин Тин Тин — немецкая овчарка, прославившаяся исполнением ролей в кино в 1920-х гг.; Джамбо — всемирно известный цирковой слон; погиб под колесами паровоза в 1885 г.

появления сложных форм жизни — в значительной степени определялись поведением и эволюцией газов. Газы сформировали не только нашу атмосферу, но и континенты и океаны. История Земли — это история газов. В значительной степени это справедливо и в отношении человеческой цивилизации, особенно за несколько последних столетий. Когда человек научился использовать физические свойства газов, он создал паровой двигатель и смог за секунды взрывать горы, формировавшиеся миллиарды лет. А использование химических свойств газов позволило выплавлять сталь для строительства небоскребов, избавиться от боли при хирургических операциях и производить столько пищи, сколько нужно, чтобы прокормить весь мир. Как и последний вздох Цезаря, вся история мира до сих пор с нами: ветер играет листьями деревьев, поднимаются ввысь наполненные горячим воздухом воздушные шары, а навязчивый запах лаванды или мяты (а также кишечных газов) бьет в нос с такой силой, что пропитывает все вокруг. Поднесите еще раз ладонь к губам и почувствуйте: единым вдохом можно охватить весь мир.

При написании этой книги я преследовал цель: я хотел сделать историю невидимых газов видимой, чтобы вы смогли увидеть ее столь же явственно, как свое дыхание свежим ноябрьским утром.

В книге нам придется плавать в океане с радиоактивными свиньями и охотиться на насекомых размером с таксу. Мы увидим, как Альберт Эйнштейн работает над усовершенствованием холодильника,