

Генрих Эрлих (доктор хим. наук)

## ПОЧЕМУ БУТЕРБРОД ПАДАЕТ МАСЛОМ ВНИЗ?

*«Химия и жизнь» №8, 2019, с. 18- 20.*



Каждый из нас хоть раз в жизни ронял бутерброд на пол и на собственном опыте убедился, что таки да – бутерброд падает маслом вниз. Многие усматривают в этом проявление закона Мэрфи: «Если что-то может пойти не так, то это непременно случится». А сам закон приписывают имманентной зловредности Природы, так она мстит нам, людям, за многовековые издевательства над ней.

Закон Мэрфи, конечно, правильный, это подтверждает вся история человечества, но механизмы его проявления непонятны. Прямо скажем, они отдают мистикой, а мистику учёные ненавидят больше всего на свете. Поэтому «закону бутерброда», точнее говоря, попыткам его опровержения, посвящено огромное количество исследований.

Его экспериментальной проверкой занимаются любопытствующие обыватели у себя на кухне, школьники посвящают свои проекты, иногда в лаборатории переоборудуются студии крупных телекомпаний типа Би-би-си. И все экспериментаторы увлечённо роняют бутерброды на пол, скрупулезно подсчитывая число падений маслом вверх и маслом вниз. Практически все приходят к тому, что вероятность обоих событий одинакова, пятьдесят на пятьдесят, как при подбрасывании монетки. Таким образом, «закон бутерброда» имеет не физические, а психологические основания. Люди запоминают только неприятный исход, когда же бутерброд падает маслом вверх, они автоматически поднимают его и съедают, руководствуясь эмпирическим правилом «пяти секунд»: «Что лежало на полу меньше пяти секунд, не считается упавшим».

Впрочем, сторонники «закона бутерброда» с легкостью отмечают эти инсинуации. По их мнению, результаты эксперимента служат дополнительным подтверждением закона Мэрфи: Природа, глядя на потуги горе-экспериментаторов, нарочно выдает ложный результат, чтобы лишний раз посмеяться над ними. Не ускользают от их внимания и методические ошибки при постановке эксперимента: бессмысленно ронять бутерброд на кафельный пол кухни или лаборатории, эксперимент надо проводить в гостиной, устланной ковром, причём дорогим; чем дороже ковер, тем с большей вероятностью бутерброд упадет маслом вниз, это надежно установленный экспериментальный факт, добавляют они.

Ещё один подход к решению проблемы – сугубо теоретический. Физики анализируют динамику падения бутерброда, включая такие варианты, как падение маслом вверх, упругое отражение от пола, переворот в воздухе на 180 градусов и повторное падение, уже маслом вниз. Существенно, что в качестве модели используют бутерброд в западном стиле, никакой колбасы сверху, слой же масла настолько тонок, что выдаёт свое присутствие только большим блеском намазанной маслом стороны. Показано, что слой масла вносит вклад в изменение момента инерции бутерброда, а также в асимметрию аэродинамических характеристик двух сторон бутерброда, однако эти факторы мало влияют на вероятность падения маслом вверх или маслом вниз, которая остается близкой к фифти-фифти.

Всё перевернула статья британского физика-теоретика Роберта Мэтьюса «Падающий тост, закон Мэрфи и фундаментальные константы», опубликованная в высокорейтинговом «Европейском физическом журнале» (*European Journal of Physics*) в 1995 году. Изюминкой работы стало то, что Мэтьюс рассмотрел падение тоста без масла, то есть изначально исключил любую асимметрию, которую привносит в объект слой масла, а также неопределенности, связанные с распределением масла в поверхностном слое тоста. Переводя на физический язык, Мэтьюс описал поведение жесткой, изотропной, прямоугольной пластины с массой  $m$ , которая падает с устойчивой горизонтальной плоскости, находящейся на высоте  $h$ . Для инициации падения пластину (тост) медленно сдвигают к краю плоскости (стола), а когда центр тяжести пластины выдвигается за край плоскости, пластина заваливается вниз и падает на пол. Для простоты описания Мэтьюс исключил вторичные эффекты типа упругого отражения от пола, как упало – так и упало.

Анализ уравнений движения показал: при таком падении пластина вращается вокруг своей оси, что полностью соответствует нашему житейскому опыту. При высоте падения в 90-150 см пластина успевает обернуться на 180 градусов, то есть бутерброд, который, естественно, лежит на столе маслом вверх, при падении с неизбежностью переворачивается маслом вниз. Результат падения сильно зависит от скорости движения пластины по плоскости перед падением. Если эта скорость достаточно высока, то пластина отрывается

от стола, как прыгун с трамплина, и планирует вниз, практически не переворачиваясь. То есть всё зависит от начальных условий – от высоты стола и скорости движения по плоскости.

Возможно, это объясняет обескураживающие результаты экспериментальной проверки «закона бутерброда». Всё дело в методике! Если бутерброд подбрасывать как монетку или просто выпускать его из рук, то падение маслом вверх или маслом вниз становится равновероятным. Но ведь в реальности дело обстоит обычно не так. Бутерброд медленно соскальзывает со стола после чьего-то неловкого движения или с блюда зазевавшегося официанта, и вот тут-то он, скорее всего, упадет маслом вниз.

Через несколько лет после выхода статьи Мэтьюс проверил свои теоретические построения в прямом эксперименте, точнее, в трёх сериях экспериментов, которые выполнили тысячи британских школьников в различных регионах Великобритании. Школьники всё делали правильно, как доктор Мэтьюс прописал, – медленно сдвигали бутерброды к краю стола и наблюдали за их падением. Так, 62% попыток закончились падением бутерброда маслом вниз, 38% – маслом вверх. Разница в полтора раза, при такой большой статистике это – значимый результат. Тут есть о чём задуматься.

Но вернёмся к основополагающей статье. Для того чтобы бутерброд упал маслом вниз, высота падения должна составлять 0,9-1,5 метра. Эти величины коррелируют с ростом человека, который определяет комфортную высоту обеденного стола, или высоту, на которой находится блюдо с бутербродами в руках официанта. Но почему рост человека именно такой, какой он есть? Почему для подавляющего большинства людей он укладывается в интервал 1,5–2 метра? И может ли человек быть ростом со слона или, бери выше, с жирафа?

В 1980 году американский астрофизик Уильям Пресс опубликовал статью «Размеры человека в свете фундаментальных констант» в *American Journal of Physics*, где всё разложил по полочкам. Двунogie существа (люди) менее устойчивы, чем четвероногие (слон, жираф) и тем более сороконогие. Люди слишком легко падают и при этом больно ударяются головой о землю, камень, асфальт и прочие твердые объекты. Пресс рассчитал силу удара, связал её с прочностью черепа и получил, что при высоте человека в три метра такой удар по голове будет для него смертельным. «Фатальная» формула включает основные фундаментальные константы – константу электромагнитного взаимодействия, гравитационную постоянную и радиус Бора. Именно они ставят предел физическому росту человека.

Следуя этой логике, Роберт Мэтьюс сделал вывод: «закон бутерброда» напрямую вытекает из фундаментальных констант, и его можно с полным правом называть законом Природы. Особо радуется в этом выводе то, что гипотетическая злобредность Природы, на которую мы намекали вначале, никак не связана с человеком, просто она такой уродилась.

Мы подозреваем, что именно глобальность вывода склонила чашу весов Игнобелевского комитета в пользу работы Роберта Мэтьюса, что принесло ему премию по физике за 1996 год.

Лишь один момент в этой истории остался для нас непроясненным. Статья Мэтьюса поступила в редакцию журнала 31 марта, накануне международного Дня дураков. Это случайно или как?

Другое направление человеческой мысли, связанное с падающими бутербродами, посвящено изучению правила «пяти секунд». Оно гласит: любой объект, пролежавший на полу (земле) менее пяти секунд, не успевает загрязниться. Одно из первых исследований, посвященных проверке этого правила, даже принесло своему автору – Джилиану Кларку, студентке Чикагской высшей школы сельскохозяйственных исследований, Игнобелевскую премию 2004 года в области общественного здоровья.

Правило «пяти секунд», известное едва ли не каждому второму на Земле, она проверила во время летней практики. Сама же идея, что можно употреблять в пищу еду, пролежавшую на полу какое-то время, известна очень давно. По мнению самой Джилиан Кларк, идея восходит к Ясе Чингисхана, который определил этот срок аж в двенадцать часов.

Готовясь к проведению задуманного эксперимента, Кларк для начала проверила загрязненность микрофауной полов в студенческом общежитии. И тут её ждало фиаско: как ни странно, бактерий на сухих полах практически не оказалось. Более того, там даже спор не было. Судя по всему, в студенческом общежитии выживают только сами студенты. Так что прямой эксперимент с ронянием еды на пол поставить не удалось, и пришлось, как это принято при основании научного направления, обойтись модельными опытами. Кларк купила в магазине кафельные плитки, заселила их кишечной палочкой и уже на такую подготовленную поверхность роняла выпечку и сладости, через пять секунд поднимала образцы и затем исследовала под электронным микроскопом. Оказалось, что кишечным палочкам вполне достаточно этого времени для освоения поверхности продуктов. При этом с гладкой плитки их переселялось больше, чем с шершавой. То есть правило было опровергнуто.

Следующим был коллектив авторов из университета Клемсона в Северной Каролине в 2006 году. Они капали на пол, предварительно обработанный препаратом с сальмонеллой, соус для спагетти болоньезе и спустя пять секунд выдержки смотрели, сколько бактерий в нём оказалось. Плитка оказалась наименее дружелюбной к еде: с неё в соус переползло 99% бактерий, с ковра – менее 0,5%, с деревянного же паркета – 5-68%. Авторы отмечают, что даже месячное пребывание на сухом полу не убило всех сальмонелл, намекая, что пищу с пола есть ни в коем случае нельзя. В отличие от первооткрывательницы эффекта, им удалось в 2007 году опубликовать статью в рецензируемом «Журнале прикладной микробиологии» (*Journal of Applied Microbiology*).

В том же году двое студентов Коннектикутского колледжа решили рискнуть и перейти от моделей к практике: они кидали конфеты и ломтики яблока на пол в студенческой столовой и в закусочной. Результаты расходились с модельными данными: бактерии в заметном количестве появлялись на еде лишь спустя полминуты. Видимо, полы в их колледже столь же чисты, как и в общежитии, где свои исследования проводила Кларк.

О самом свежем из известных нам исследований в этой области рассказало агентство *AlphaGalileo* 10 марта 2014 года: молодые британские учёные из университета Астона кидали на пол бутерброды, пиццу, печенье и леденцы, а затем смотрели, сколько на них оказалось кишечных палочек и золотистых стафилококков. В целом их результаты совпали с данными северокаролинских исследователей: бактерии с коврового покрытия проникали на еду хуже всего. Но даже с ламината или плитки и даже на влажную еду бактерии перебирались более пяти секунд.

Конечно, отмечают авторы исследования, всегда надо помнить, что на любом подобранном с пола куске будет сколько-нибудь бактерий. Но поговорка «быстро поднятое не считается упавшим» всё-таки имеет научное обоснование, полученное опытными бутербродоведами.