

Tom Chivers

Everything Is Predictable

*How Bayes' Remarkable Theorem
Explains the World*

Том Чиверс

Предсказать всё

*Как теорема Байеса
объясняет наш мир*

Перевод с английского
Максима Шера

Individuum

Москва, 2026

УДК 31
ББК 60.6
Ч58

Чиверс, Том.
Ч58 Предсказать всё. Как теорема Байеса объясняет наш мир / Том Чиверс,
[пер. с английского М. Шера]. — М.: Individuum, Эксмо, 2026. — 392 с.

ISBN 978-5-04-218797-1

В XVIII веке пресвитерианский священник Томас Байес вывел формулу, значительно опередившую свое время: теорема Байеса позволяет оценивать, как изменится вероятность события по мере поступления новой информации. Сегодня байесовская логика — один из краеугольных камней рационального мышления, на нее опирается как человеческий мозг (бессознательно), так и искусственный интеллект. Британский писатель и популяризатор науки Том Чиверс захватывающе рассказывает о самом Байесе, его теореме и спорах вокруг нее, а также о том, как ее применение помогает нам сделать свою жизнь лучше и в хорошем смысле предсказуемее.

УДК 31
ББК 60.6

© Tom Chivers, 2024
All rights reserved including the rights of
reproduction in whole or in part in any form
© М. Шер, перевод, 2026
© ООО «Издательство «Эксмо», 2026

ISBN 978-5-04-218797-1

Individuum®

Оглавление

Введение

Теория почти всего 9

Глава первая

От «Книги общих молитв» до Full Monty Carlo 33

Глава вторая

Байес в науке 135

Глава третья

Байесовская теория принятия решений 200

Глава четвертая

Байес в мире 252

Глава пятая

Байесовский мозг 303

Заключение

Байесовская жизнь 361

Благодарности 375

Примечания 377

*Посвящается столь рано ушедшему Луису Макгиликадди
и недавно появившейся на свет Мэй Элисон Дэвидсон*

Теория почти всего

Общее правило в психиатрии — если вы думаете, что открыли теорию, объясняющую всё, диагностируйте себе манию и ложитесь в больницу¹.

СКОТТ АЛЕКСАНДЕР

Можно ли предсказать будущее? Конечно, можно.

Почти с полной уверенностью можно предсказать, что в ближайшие несколько секунд вы сделаете вдох и выдох. Ваше сердце будет биться со скоростью от одного до трех ударов в секунду. Завтра утром взойдет солнце — в конкретное время, зависящее от географической широты и времени года, но которое можно узнать с высокой долей точности. Все эти события можно уверенно предсказать.

Можно также предсказать, что поезд прибудет на станцию назначения в определенное время, или что ваша подруга вовремя придет в ресторан, где вы договорились встретиться. В этом, правда, нельзя быть так уж сильно уверенным — все будет зависеть от железнодорожной компании или от подруги.

Можно также предсказать, что население планеты продолжит расти примерно до середины столетия, после чего снова начнет сокращаться. Можно предсказать, что общемировые средние температуры воздуха у поверхности Земли в 2030 году будут выше, чем были в 1930-м.

Будущее не столь уж туманно. В него можно заглянуть. Что-то в нем легче предсказать, что-то — сложнее: танец планет по Ньютону можно предсказать на тысячи лет вперед,

хаос в погоде по Лоренцу — лишь на несколько дней. Сложно, с натяжкой, но можно.

Однако когда люди говорят: «Я могу предсказать будущее», они имеют в виду нечто мистическое, какую-то сверхъестественную или волшебную способность заглянуть за горизонт. На такое мы все-таки не способны. (В этой книжке вы прочтете об ученом, который считает, что способен, а еще — о том, что он, скорее всего, не прав). Да нам это и не нужно. Мы так или иначе всё время предсказываем будущее. Иначе мы не смогли бы существовать. С каждым вдохом мы безотчетно делаем базовый прогноз в духе «воздухом и дальше можно будет дышать». Всякий раз, принимая решение, мы делаем более сложные прогнозы, например, «в магазине на углу, когда я туда зайду, будет альпийский сыр». В основе таких прогнозов нет никакой мистики — только информация, которую мы собрали в прошлом.

Суть всех прогнозов в том, что они *неточны*. Вселенная может быть детерминирована, а может и не быть; если бы мы обладали совершенным, божественным знанием о положении, движении и качествах всех частиц во Вселенной, мы, наверное, могли бы идеально предсказать всё, вплоть до того, когда на землю упадет всякая малая птица*. Однако у нас такого знания нет, есть только неполная информация. Мы можем кое-как увидеть какие-то частицы Вселенной с помощью несовершенных органов чувств. Мы можем с максимальной долей вероятности выдвигать предположения о том, как эти частицы движутся: мы знаем, что человекообразные частицы чаще находятся в поисках пропитания и компании; мы знаем, что камнеобразные частицы чаще стремятся к неподвижности. На основе этих

* Отсылка к Евангелию от Матфея, 10:29-31. — *Прим. пер.*

сведений мы можем делать путанные, неполноценные прогнозы.

Жизнь — не шахматы, в ней нет полной информации, и поэтому ее нельзя «решить», как какую-то задачу. Она больше похожа на покер: игру, в которой человек пытается принимать оптимальные решения, обладая небольшим объемом данных.

Эта книга — об уравнении, которое позволяет это делать.

«Кто-то мне говорил, — заметил Стивен Хокинг после выхода своей "Краткой истории времени", — что одно математическое уравнение в книге снижает ее продажи вдвое»². Поскольку моя книга, собственно, об уравнении, сложно будет обойтись без хотя бы одного*.

Это уравнение — теорема Байеса, или правило Байеса. Для уравнений оно в принципе простое и выглядит так:

$$P(A|B) = \frac{P(B|A) \cdot P(A)}{P(B)}$$

Открою маленький секрет: я терпеть не могу читать уравнения. То есть я вроде и умею их читать, но для меня это всегда мука. Неудобно выходит: я написал три книги, полностью или частично посвященных математике. Но когда я вижу знак Σ , мозг мой «закипает» и останавливается. Подозреваю, что у многих читателей происходит то же самое, и, наверное, поэтому Хокингу советовали обойтись в книге без уравнений.

Однако уравнения — не тайнопись и не колдовские формулы. Каждый символ (это я сам себе напоминаю) обозначает простое действие, то есть выступает как сокращение.

* Приятно думать, впрочем, что если бы у меня получилось обойтись без уравнений, то я мог бы продать четыре экземпляра.

Итак, теорема Байеса: она позволяет определить вероятность — насколько вероятно то или иное событие с учетом имеющихся у нас данных.

Если точнее, она описывает специфическую форму *условной* вероятности. Вертикальная черта | — сокращенное обозначение «в случае, если», или «при условии, что». То есть, $P(A|B)$ — это вероятность наступления события А при условии, что событие В уже произошло.

Вот простой пример условной вероятности: допустим, вы хотите узнать вероятность вытащить из колоды карту червей. Вы знаете, что в стандартной колоде из пятидесяти двух карт тринадцать червей, поэтому вероятность $P(\heartsuit)$, если угодно, равна $13/52$, или $1/4$. Или, если воспользоваться обозначением, принятым в теории вероятностей, $p=0,25$. И вот вы вытаскиваете карту из колоды, но она оказывается трефовой. Какова вероятность теперь? Червей же в колоде по-прежнему тринадцать, но карт осталось пятьдесят одна. Поэтому вероятность получается $13/51$, или $p \approx 0,255$ (волнистый знак равенства означает «приблизительно равно»). Такова вероятность, что вы вытащите из колоды черви, если до этого вытянули трефы, $P(\heartsuit|\clubsuit)$.

Или так: какова вероятность, что в определенный день в Лондоне будет идти дождь? Вероятно, около 0,4: в Лондоне примерно 150 дождливых дней в году. Но ты смотришь в окно и видишь темные тяжелые тучи. Какова вероятность теперь? Точно не знаю, но *с учетом облачной погоды* выше.

Теорема Байеса как раз об этом, только немного шире. В переводе на обычный человеческий язык она будет звучать так: вероятность события А с учетом события В равна вероятности В с учетом А, умноженной на вероятность А саму по себе и деленной на вероятность В саму по себе.

Представим, что в обществе распространяется некая болезнь. Учитывая недавние события, вообразить такое несложно.

Ты хочешь узнать, не подцепил ли ее, поэтому делаешь тест. В инструкции к тесту видишь примечание: «Чувствительность теста равна 99%, специфичность — 99%». Это означает, что если ты болеешь, то с вероятностью 99% тест правильно это покажет, а если нет, то с вероятностью 99% он правильно покажет, что ты не болеешь. Иными словами, доли «ложноотрицательных» и «ложноположительных» результатов теста составляют по 1%.

То есть ты делаешь тест и получаешь положительный результат — две полоски. Что это значит? Можно разумно предположить, это значит, что с 99-процентной вероятностью ты болен.

Однако это не так. И причина кроется в теореме Байеса.

Теорема Байеса странная. Это простое уравнение, которое можно записать на одной строке, и состоит оно только из математических действий, посильных для большинства восьмилетних детей — умножения и деления. Вывел теорему один священник-нонконформист* из города Танбридж-Уэллс, занимавшийся математикой в свободное от служб время. Однако несмотря на простоту, она серьезно влияет на нашу жизнь. Именно она объясняет, почему тест на рак может быть точным на 99%, даже если у 99% людей, которым этот тест ставит диагноз «рак», на самом деле рака нет. Именно она объясняет, почему вероятность, что ДНК-экспертиза ошибочно укажет на невиновного подозреваемого, составляет лишь один шанс на 20 миллионов, но при этом вероятность, что осудят не того, все равно немаленькая. Теорема Байеса объясняет, почему научные результаты могут быть «статистически значимыми» и при этом с большой вероятностью быть ошибочными.

* Нонконформизм — течение в английском протестантизме, отколовшееся по ряду теологических вопросов от позиции Церкви Англии.

Ей также посвящены интереснейшие философские споры. Является ли «вероятность» объективной реальностью? Когда мы говорим, что вероятность того, что на кубике выпадет единица, составляет один к шести, что мы имеем в виду? Является ли вероятность неким фактом о Вселенной, или же она описывает только наши собственные ожидания о поведении мира? И можно ли разовые события описывать в категориях вероятности? Если сказать, что «Манчестер Сити» с вероятностью 90% выиграет чемпионат в 2025 году, то что это будет значить?

Когда мы принимаем решения о чем-то неопределенном, изменчивом, — а мы делаем это постоянно, — степень успешности таких решений описывает теорема Байеса. Все, кто в меру несовершенных сил пытается манипулировать миром для достижения какой-то цели, например бактерии, ищущие более высоких концентраций глюкозы, гены, пытающиеся передать копии самих себя следующим поколениям, или правительство, стремящееся добиться экономического роста, — если они справляются со своей задачей, значит, они действуют по Байесу.

По сути, прикладная логика Байеса лежит в основе искусственного интеллекта. Он на самом своем базовом уровне пытается делать прогнозы. Простой классификатор изображений, который смотрит на картинки и говорит, что на них изображены кошки или собаки, просто «предсказывает», что сказал бы человек, основываясь на своих обучающих данных и информации, содержащейся на картинке. DALL-E 2, GPT-4, Midjourney и остальные замечательные ИИ-технологии, уже сейчас будоражащие воображение людей, способные вести с тобой беседы и создавать удивительные изображения по простым текстовым описаниям, просто предсказывают, что по промпту сделали бы писатели или художники-люди, основываясь на своих обучающих данных. Работают они на байесовских принципах.

Наши мозги тоже работают на байесовских принципах. Ими можно объяснить, почему человек подвержен оптическим иллюзиям, почему психоделические вещества вызывают галлюцинации, как работают разум и сознание.

Теорема Байеса помогает понять, почему теории заговора так трудно развенчать и почему два человека могут смотреть на одни и те же доказательства, но видеть в них совершенно разное. Почему научные данные меня убеждают в том, что вакцины безопасны и эффективны, а скептиков — нет? Потому что, как следует из теоремы Байеса, реакция людей на новую информацию зависит от убеждений, которых они уже придерживаются. Дело не в том, что антиваксеры или конспирологи — какие-то странные инопланетяне, чей мозг устроен иначе, а в том, что они ведут себя совершенно рационально, просто с учетом своих убеждений, которые у них уже есть. Теорема Байеса объясняет, как это работает.

Видимо, мы имеем дело с теорией почти всего. *Практически* всего. Как только ты начинаешь смотреть на мир сквозь призму теоремы Байеса, то видишь ее везде. Я намерен сделать так, чтобы и ты, читатель, увидел ее повсюду.

Обычный способ объяснить теорему Байеса — привести пример медицинских анализов, реалистичный пример с правдоподобными цифрами: вы проходите скрининг на рак груди. Вы знаете, что если у женщины рак, то маммограмма правильно выявит его в 80% случаев (то есть чувствительность теста равна 80%), а в остальных 20% — пропустит. Если же рака у нее *нет*, то маммограмма даст результат «все чисто» в 90% случаев (ее специфичность равна 90%), а в 10% случаев даст результат ложноположительный.

Вы получаете тест. Он положительный. Значит ли это, что с 90-процентной вероятностью у вас рак? Нет. Информа-