

## ПРЕДИСЛОВИЕ

### Идея вероятностной Вселенной

Начало XX века представляет собой нечто большее, чем просто веку, отмечающую конец одного столетия и начало другого. Еще до того, как совершился политический переход от мирного в целом XIX столетия к только что пережитому нами полувеку войн, произошло действительное изменение взглядов. Оно, по-видимому, прежде всего проявилось в науке, хотя вполне возможно, что факторы, оказавшие влияние на науку, самостоятельно привели к тому заметному разрыву между искусством и литературой XIX века и искусством и литературой XX века, который сейчас наблюдается.

Почти безраздельно господствовавшая с конца XVII до конца XIX века ньютоновская физика описывала Вселенную, где все происходит точно в соответствии с законами; она описывала компактную, прочно устроенную Вселенную, где все будущее строго зависит от всего прошедшего. Экспериментально подобную картину мира никогда нельзя целиком ни подтвердить, ни опровергнуть; и она в значительной степени относится к числу тех представлений о мире, которые дополняют опыт и вместе с тем некоторым образом представляют собой нечто более универсальное, чем это возможно подтвердить опытным путем. Нашими несовершенными опытами мы никогда не в состоянии проверить, возможно ли подтвердить до последнего знака десятичной дроби тот или другой ряд физических или иных законов. Однако, согласно ньютоновской точке зрения, приходилось излагать и формулировать физику так, словно она в самом деле подчинялась подобным законам. Теперь эта точка зрения появляется больше господствующей в физике, и ее преодоление больше всего способствовали Людвиг Больцман в Германии и Дж. Виллард Гиббс в Соединенных Штатах.

Оба эти физика нашли радикальное применение новой вдохновляющей идее. Использование в физике введенной главным образом ими статистики, возможно, не было совершенно новым делом, так как Максвелл и другие физики рассматривали миры, состоящие из очень большого числа частиц, которые по необходимости нужно было исследовать статистически. Однако именно Больцман и Гиббс ввели статистику в физику гораздо более радикальным образом, и отныне статистический подход приобрел важное значение не только для систем большой сложности, но даже для таких простых систем, как индивидуальная частица в силовом поле.

Статистика – это наука о распределении, и рассматриваемое этими современными учеными распределение было связано не с большими количествами одинаковых частиц, а с какой-либо физической системой с различными начальными положениями и скоростями. Другими словами, в ньютоновской системе одни и те же физические законы применяются к многообразию систем, исходящих из многообразия положений и имеющих многообразные моменты. Новые статистики представили эту точку зрения в новом свете. Они сохранили принцип различения систем по их полной энергии, но отвергли то предположение, что посредством прочно установленных каузальных законов, несомненно, возможно без всяких ограничений отличить и раз и навсегда описать системы с одной и той же полной энергией.

Действительно, в работах Ньютона содержалась важная статистическая оговорка, хотя физика XVIII века, которая жила Ньютоном, и игнорировала ее. Никакое физическое измерение никогда не является точным; и то, что мы должны сказать о машине или о другой динамической системе, в действительности относится не к тому, что мы должны ожидать, когда начальные положения и моменты даны с абсолютной точностью (этого

никогда не бывает), а к тому, что мы можем ожидать, когда они даны с достижимой степенью точности. Это просто означает, что мы знаем не все начальные условия, а только кое-что об их распределении. Иначе говоря, функциональная часть физики не может избежать рассмотрения неопределенности и случайности событий. Заслуга Гиббса состоит в том, что он впервые дал ясный научный метод, включающий эту случайность в рассмотрение.

Историк науки напрасно ищет единую линию развития. Прекрасно задуманные исследования Гиббса были, однако, плохо выполнены, и завершить начатый им труд пришлось другим. Положенная в основу его исследований догадка состояла в следующем: обычно физическая система, принадлежащая к классу физических систем, продолжающего сохранять свои специфические черты класса, в конце концов почти всегда воспроизводит такое распределение, которое она показывает в любой данный момент во всем классе систем. Иначе говоря, при известных обстоятельствах система проходит через все совместимые с ее энергией распределения положения и моментов, если время ее прохождения достаточно для этого.

Однако это последнее предположение не является ни истинным, ни возможным в каких-либо системах, кроме простейших. Тем не менее существует другой путь, приводящий к тем результатам, которые необходимы были Гиббсу для подкрепления своей гипотезы. По иронии истории этот путь очень тщательно разрабатывался в Париже как раз в то время, когда Гиббс работал в Нью-Хейвене; и лишь не ранее 1920 года произошло плодотворное объединение результатов парижских и нью-хейвенских исследований. Как полагаю, я имел честь помогать рождению первого дитяти этого объединения.

Гиббс должен был иметь дело с теориями измерения и вероятностей, которым было уже по крайней мере 25 лет и которые во многом не соответствовали его запросам. Однако в то же самое время в Париже Борель и Лебег разрабатывали теорию интегрирования, которая, казалось, была противоположна идеям Гиббса. Борель был математиком, уже приобретшим себе репутацию в теории вероятности, и обладал отличным чутьем физика. Он проделал работу, ведущую к этой теории измерения, однако не достиг той ступени, когда ее можно было бы завершить цельной теорией. Это сделал его ученик Лебег – человек совершенно иного склада. Он не обладал чутьем физика и не интересовался физикой. Тем не менее Лебег решил поставленную Борелем задачу. Однако он рассматривал решение этой задачи лишь как создание инструмента для исследования рядов Фурье и других разделов чистой математики. Когда оба этих ученых были выдвинуты кандидатами во Французскую академию наук, между ними произошла ссора, и только после бесчисленных взаимных нападок они оба удостоились чести быть принятыми в Академию. Борель продолжал подчеркивать важность работ Лебега и своих собственных как инструмента для исследований в физике; но полагаю, что именно я в 1920 году первым применил интеграл Лебега к специфической физической проблеме – к проблеме броуновского движения частиц.

Это произошло много лет спустя после смерти Гиббса; и его работы в течение двух десятилетий оставались одной из тех загадок науки, которые приносят плоды даже в том случае, когда кажется, что они не должны приносить их. Многие строили догадки, значительно опережавшие свое время; и это не менее верно в математической физике. Введение Гиббсом вероятности в физику произошло задолго до того, как появилась адекватная теория того рода вероятностей, которые ему требовались. Однако я убежден, что вследствие всех этих нововведений именно Гиббсу, а не Альберту Эйнштейну, Вернеру Гейзенбергу или Макс Планку мы должны приписать первую великую революцию в физике XX века.

Результатом этой революции явилось то, что теперь физика больше не претендует иметь дело с тем, что произойдет всегда, а только с тем, что произойдет с преобладающей степенью вероятности. Вначале в работах самого Гиббса эта вероятностная точка зрения зиждилась на ньютоновском основании, где элементы, вероятность которых подлежала определению, представляли собой подчиняющиеся ньютоновским законам системы. Теория Гиббса была, по существу, новой теорией, однако перестановки, с которыми она была совместима, оставались теми же самыми, которые рассматривались Ньютоном. Дальнейшее развитие физики состояло в том, что был отброшен или изменен косный ньютоновский базис, и случайность Гиббса выступает теперь по всей своей наготе как цельная основа физики. Верно, конечно, что в этом вопросе предмет еще далеко не исчерпан и что Эйнштейн и в известной мере Луи де Бройль утверждают, что строго детерминированный мир является более приемлемым, чем вероятностный мир; однако эти великие ученые ведут арьергардные бои против подавляющих сил младшего поколения.

Одно из интересных изменений, происшедших в физике, состоит в том, что в вероятностном мире мы уже не имеем больше дела с величинами и суждениями, относящимися к определенной реальной вселенной в целом, а вместо этого ставим вопросы, ответы на которые можно найти в допущении огромного числа подобных миров. Таким образом, случай был допущен не просто как математический инструмент исследований в физике, но как ее нераздельная часть.

Это признание наличия в мире элемента неполного детерминизма, почти иррациональности, в известной степени аналогично фрейдовскому допущению глубоко иррационального компонента в поведении и мышлении человека. В современном мире политической, а также интеллектуальной неразберихи естественно объединить в одну группу Гиббса, Зигмунда Фрейда и сторонников современной теории вероятностей как представителей единой тенденции; но я все-таки не хотел бы настаивать на этом. Пропасть между образом мышления Гиббса – Лебега и интуитивным, однако в некотором отношении дискурсивным, методом Фрейда слишком велика. Все же в своем признании случая как основного элемента в строении самой вселенной эти ученые очень близки друг другу, а также традиции св. Августина. Ибо этот элемент случайности, это органическое несовершенство можно рассматривать, не прибегая к сильным выражениям, как зло – негативное зло, которое св. Августин охарактеризовал как несовершенство, а не как позитивное предумышленное зло манихейцев.

Эта книга посвящена рассмотрению воздействия точки зрения Гиббса на современную жизнь как путем непосредственных изменений, вызванных ею в творческой науке, так и путем тех изменений, которые она косвенным образом вызвала в нашем отношении к жизни вообще. Таким образом, нижеследующие главы в равной мере содержат как элементы технических описаний, так и философские вопросы, где речь идет о том, что нам предстоит сделать и как мы должны реагировать на новый мир, противостоящий нам.

Повторяю, нововведение Гиббса состояло в том, что он стал рассматривать не один мир, а все те миры, где можно найти ответы на ограниченный круг вопросов о нашей среде. В центре его внимания стоял вопрос о степени, до которой ответы относительно одного ряда миров будут вероятны по отношению к другому, более широкому ряду миров. Кроме того, Гиббс выдвигал теорию, что эта вероятность, по мере того как стареет вселенная, естественно, стремится к увеличению. Мера этой вероятности называется энтропией, и характерная тенденция энтропии заключается в ее возрастании.

По мере того как возрастает энтропия, вселенная и все замкнутые системы во Вселенной, естественно, имеют тенденцию к изнашиванию и потере своей определенности и

стремятся от наименее вероятного состояния к более вероятному, от состояния организации и дифференциации, где существуют различия и формы, к состоянию хаоса и единообразия. Во вселенной Гиббса порядок наименее вероятен, а хаос .наиболее вероятен. Однако в то время как вселенной в целом, если действительно существует вселенная как целое, присуща тенденция к гибели, то в локальных мирах направление развития, по-видимому, противоположно направлению развития вселенной в целом, и в них наличествует ограниченная и временная тенденция к росту организованности. Жизнь находит себе приют в некоторых из этих миров. Именно исходя из этих позиций, начала свое развитие наука кибернетика.