Глава 1
Начало начал

Конец XIX столетия, «прекрасная эпоха». Париж гудел от происходящих в нем событий. Новая башня Гюстава Эйфеля, которую парижане, жившие в ее тени, считали скандальным явлением, возвысилась над территорией Всемирной ярмарки в 1889 году. На севере, у подножия Монмартра, только что открылось новое кабаре — «Мулен Руж». Открылось с помпой, принц Уэльский специально приехал из Британии, чтобы посмотреть шоу. По городу бродили слухи о каких-то необъяснимых происшествиях в новом здании городской оперы в Пале-Гарнье, о том, что там упала часть канделябра и кого-то убила, что в опере поселился призрак.

Всего в нескольких кварталах к востоку от Пале-Гарнье билось сердце французской империи — Парижская фондовая биржа, главная финансовая биржа столицы.

Она расположилась во дворце Пале-Броньяр, построенном Наполеоном как храм денег. По бокам наружной лестницы находились статуи его богов: Правосудия, Торговли, Земледелия и Трудолюбия. Величественные колонны в стиле неоклассицизма высились у входа во дворец. Внутри располагался похожий на пещеру центральный зал, достаточно большой, чтобы вместить сотни брокеров и сотрудников биржи. Они собирались каждый день на один час под пышными резными рельефами и массивной застекленной крышей, чтобы торговать бессрочными государственными облигациями — «рентными бумагами», целое столетие финансировавшими глобальные амбиции Франции.

Величественный и внушительный, Пале-Броньяр был не только центром Парижа, он был центром мира. По крайней мере, так показалось Луи Башелье, когда в 1892 году он впервые подошел к дворцу*. Ему, сироте-провинциалу, было чуть больше двадцати. Он только что демобилизовался из армии и приехал в Париж, рассчитывая продолжить обучение в университете. Луи твердо решил стать математиком или физиком. Но дома оставались сестра и младенец-брат, которым надо было помогать. Луи незадолго до этого продал семейный бизнес, который приносил вполне приличный доход. Но он понимал, что деньги, вырученные за него, не вечны. И пока его сокурсники с головой погружались в учебу, Башелье работал. К счастью, благодаря математическому складу ума и некоторому практическому опыту ведения бизнеса ему удалось получить место на Бирже. Луи убеждал себя, что это только временно. Финансами он занимался днем, ночи оставались для занятий физикой.

Башелье нервно поднимался по лестнице к колоннам Биржи.

Внутри царил настоящий бедлам**. Трейдеры и брокеры собирались в центральном зале Пале-Броньяр и криком сообщали о своем намерении что-то купить или продать; когда это не срабатывало, подавали сигналы руками. Залы были заполнены снующими туда и сюда людьми, заключающими сделки, передающими друг другу контракты и векселя, подающими заявки на покупку акций и продающими акции и «рентные бумаги». Башелье обладал, может быть, чуть больше, чем элементарными знаниями в сфере французской финансовой системы. Биржа не казалась ему подходящим местом для тихого школяра-

* История, изложенная в данном разделе, рассказана вольно, поскольку некоторые детали жизни Башелье не очень хорошо известны. В частности, я придерживаюсь версии французского историка статистики Бернара Брю, который утверждал, что Башелье почти наверняка работал на бирже, чтобы зарабатывать себе на жизнь, пока учился в университете. Это началось в 1892 году и продолжалось, даже когда у него уже была степень доктора философии, но еще не было постоянной работы в сфере науки (Таккю, 2001 г.). Однако, как признает Брю, конкретные свидетельства работы Башелье на бирже отсутствуют. Другая вольность связана с идеей о том, что Башелье успокаивал себя, приближаясь к бирже, представляя себе, что это — гигантское казино. Все остальные представленные здесь детали — возраст Башелье, год его приезда в Париж, ситуация в семье — тщательно задокументированы. Приведенные здесь подробности биографии взяты из документов, собранных Курто и Кабановым (2002 г.), Диманом и Бен-Эль-Мечайеком (2006 г.), Сулливаном и Уэйзерсом (1991 г.). Йовановичем (2000 г.), Дэйвисом и Этериджем (2006 г.), Мандельбротом (1982 г.), Мандельбротом и Хадсоном (2004 г.), Маккензи (2006 г.) и Паттерсоном (2010 г.).

** Биржа была разновидностью системы торга голосом и жестом, и когда брокеры собирались в здании для совершения сделок, создавалось впечатление, что торг становился абсолютно беспорядочным. Современные биржи, работающие по принципу торга голосом и жестом, безусловно, похожи на «абсолютный бедлам». Также об истории биржи см. у Уолкера (2001 г.) и Леманна (1991 г., 1997 г.).

математика. «Это — просто игра», — мысленно успокаивал он себя. Теория вероятности, математика случая (и, если на то пошло, азартная игра) всегда приводила Башелье в восторг. Если представить, что французский финансовый рынок — это игорный дом, в котором игра идет по определенным правилам, которые он узнает, возможно, все не будет казаться ему таким ужасным. Протискиваясь сквозь толпу, Башелье повторял мантру: «Это просто усовершенствованная игра случая».

«Кто этот парень?» — во второй раз за две минуты задал себе вопрос Пол Самуэльсон. Он сидел в своем офисе на отделении экономики МТИ. Шел 1955-й год или около того. Перед ним лежала диссертация на соискание степени доктора, около полувека назад написанная неким французом, о котором, по твердому убеждению Самуэльсона, он никогда не слышал*. Бакалавр Башелье… Что-то вроде этого. Он еще раз посмотрел на заглавную страницу: Луи Башелье. Это имя ни о чем ему не говорило**.

Работа, лежавшая открытой на столе Самуэльсона, буквально потрясла его. Оказывается, еще пятьдесят пять лет назад Башелье описал математику финансовых рынков. Первой мыслью Самуэльсона было то, что его собственная работа на эту тему, которой он занимался последние семь лет, работа, которая, как предполагалось, ляжет в основу диссертации одного из его студентов, утратила претензию на оригинальность. Но что потрясало еще больше, так это то, что еще в 1900 году этот тип, Башелье, очень хорошо разобрался в той математике, которую Самуэльсон и его ученики только сейчас пытались приспособить к экономике, — в математике, которая, как полагал Самуэльсон, была разработана значительно позднее. Технологии Вейнера, уравнения Холмогорова, мартингалы Дуба... Самуэльсон был убежден, что все это — истинные новации, которым не более двух десятков лет. А выясняется, они все уже были описаны Башелье. Как получилось, что Самуэльсон ни разу о нем не слышал?

---

* Это диссертация Башелье (Башелье, 1900 г.), представленная как на французском, так и на английском языках, — Дэйвис и Этеридж (2006 г.).

** Самуэльсон часто рассказывал историю своего повторного открытия работы Башелье, в том числе в предисловии к работе Дэйвиса и Этериджа (2006 г.) и в своей работе 2000 г. В последней Самуэльсон предполагает, что он, скорее всего, слышал о Башелье еще до получения открытки Сэвиджа. Обратите внимание, что хотя версия о том, что о Башелье никто не помнил до тех пор, пока Сэвидж не наткнулся на его учебник 1914 года, является стандартной, некоторые утверждают, что на самом деле Башелье никогда не был безвестным в англоговорящем мире. См. работу Йовановича (2000 г.).

Интерес к Башелье возник у Самуэльсона несколько дней назад, когда он получил открытку от своего друга Леонарда «Джимми» Сэвиджа, профессора статистики из Университета Чикаго. Сэвидж только что закончил работу над учебником по теории вероятности и статистике. По ходу работы у него возник интерес к истории. Копаясь в университетской библиотеке в поисках работ по теории вероятности начала XX века, Сэвидж случайно натолкнулся на учебник 1914 года*, который он никогда раньше не встречал. Полистав его, Сэвидж обнаружил, что помимо некоего новаторского взгляда на теорию вероятности книга содержала несколько глав, посвященных явлению, которое автор назвал «биржевой игрой», — буквально, теории вероятности применительно к игре на бирже. Сэвидж догадался (и был прав), что раз он сам никогда раньше ничего не слышал об этой книге, скорее всего, и его друзья-экономисты тоже ее не видели. Он разослал им письма с вопросом, знают ли они что-нибудь о Башелье. Самуэльсон никогда не слышал этой фамилии. Но он интересовался математическими финансами — областью науки, которую, как он считал, в настоящее время изобретает, — и ему было любопытно узнать, что сделал этот француз. В библиотеке МТИ не оказалось ни одного экземпляра никому не известного учебника 1914 года. Но Самуэльсон нашел другой труд Башелье — его диссертацию «Теория игры на бирже». Он взял книгу в библиотеке и принес в свой офис.

Башелье, конечно, был не первым, у кого возник математический интерес к азартным играм. Одним из них был представитель итальянского Ренессанса Джероламо Кардано**. Кардано родился в Милане где-то в начале XVI века и считался одним из самых образованных врачей своих дней. За медицинским советом к нему обращались священники и короли. Он был автором сотен эссе на самую разнообразную тематику — от медицины до математики и мистики. Но его настоящей страстью были азартные игры. Он постоянно играл — в кости,

* Сэвидж нашел работу Башелье (1914 г.).

** Многое из того, что мы знаем о Кардано, известно из его автобиографии 1929 г. [1576]. Было написано несколько его биографий, включая работы Морлея (1854 г.), Ора (1953 г.) и Сирэзи (1997 г.), в которых совершена попытка проанализировать его труды как по математике, так и по медицине. Подробнее историю теории вероятности в целом см. у Бернштайна (1998 г.), Хэкинга (1975 г., 1990 г.), Дэвида (1962 г.), Штиглера (1986 г.) и Хальда (2003 г.).

карты, шахматы. В своей автобиографии он признает, что прожил годы, каждый день играя в азартные игры. Азартные игры в Средние века и в эпоху Возрождения строились на простом принципе вероятности выигрыша и проигрыша, схожем с тем, на котором строится современный тотализатор на скачках. Если вы были букмекером, предлагавшим кому-либо сделать ставку, вы могли рекламировать вероятность выигрыша в форме пары цифр, например, «10 к 1» или «3 к 2», которые отражали бы, как велика вероятность, того, что то, на что вы ставите, выиграет (если вероятность выигрыша составляла 10 к 1, это означало бы: вы ставите 1 доллар, фунт или гульден, и если выигрываете, ваш выигрыш составит 10 долларов, или фунтов, или гульденов, плюс вашу первоначальную ставку. Если проигрываете, вы теряете свой доллар). Называя эти цифры, букмекер в значительной степени полагался на интуицию. Кардано же считал, что есть какой-то научный способ понять, как делать правильные ставки, по крайней мере в несложных играх. Он хотел поставить математику того времени на службу своему любимому занятию.

В 1526 году, когда Кардано еще не было тридцати лет, он написал книгу*, в которой попытался систематизировать теорию вероятности. Он сосредоточился на игре в кости. Его главная догадка заключалась в том, что если допустить, что кость с одинаковой вероятностью может упасть как на одну сторону, так и на другую, можно разработать точные вероятности всевозможных комбинаций, в сущности, просчитать их. Так, например, есть шесть возможных вариантов выпадения кости. Соответственно, есть и точный способ получить в результате цифру 5. Математическая вероятность получения пятерки — 1 из 6 (что соответствует коэффициенту 5 к 1). А как насчет получения суммы 10, если бросать две кости? Существует 6 × 6 = 36 возможных результатов, три из которых в сумме соответствуют 10. Таким образом, вероятность получения в сумме десятки составляет 3 из 36 (что соответствует коэффициенту 33 к 3). Эти вычисления кажутся элементарными, даже в XVI веке они не удивили бы — у любого, кто провел достаточно времени за игрой в кости, развилось интуитивное чувство вероятности. Но Кардано был первым, кто объяснил с математической точки зрения, почему вероятность была такой, какой ее все уже знали.

* Книга, которую я имею в виду, — это то, что позднее стало посмертным произведением Кардано, — «Liber de ludo aleæ» (Кардано, 1961 г. [1565]).

Кардано так и не опубликовал свою книгу — в конце концов, зачем раскрывать свои секреты игры? После его смерти рукопись нашли среди его бумаг и спустя сто с лишним лет, в 1663 году, опубликовали. К тому времени другие авторы уже предприняли самостоятельные попытки разработать полноценную теорию вероятности. Наиболее серьезная из них появилась с подачи другого азартного игрока, французского писателя, известного под псевдонимом Шевалье де Мере*. Его интересовало несколько вопросов, наиболее актуальные из которых касались стратегии игры в кости, которую он очень любил. Игра предполагала, что кости кидали несколько раз подряд, и игрок делал ставку на то, как они лягут. Например, вы могли держать пари, что если бросите одну и ту же кость четыре раза подряд, хотя бы один раз выпадет 6. Опыт показывал, что это было пари с равными шансами, игра сводилась к чистой случайности. Но де Мере инстинктивно чувствовал, что если вы заключите пари, что обязательно выпадет 6, и будете делать на это ставку каждый раз, со временем вы станете выигрывать немного чаще, чем проигрывать. Это легло в основу стратегии игры де Мере, и с ее помощью он выиграл немалые деньги. Однако у де Мере была и вторая стратегия, которую он считал не хуже первой, но которая по какой-то причине приносила ему только огорчение. Эта вторая стратегия заключалась в следующем: всегда держать пари, что если бросать две кости двадцать четыре раза, то хотя бы один раз выпадет двойная 6. Но похоже, эта стратегия не срабатывала, и де Мере хотел знать почему.

Де Мере был завсегдатаем парижских салонов, светских встреч французской интеллигенции, которые проводились в промежутках между приемами и научными конференциями. В салонах собирались образованные парижане всех мастей, в том числе математики. Де Мере начал их расспрашивать об этой задаче. Ни у кого не было ответа на его вопрос, никто не проявлял большого интереса к его поиску до тех пор, пока де Мере не задал этот вопрос Блезу Паскалю. Паскаль — вундеркинд, самостоятельно разработавший большую часть классической геометрии, рисуя в детстве картинки. Еще подростком он стал завсегдатаем влиятельного салона священника-иезуита Марена Мерсена. Именно там де Мере встретился с Паскалем.

* Подробнее о де Мере, Паскале и Ферма см. у Делвина (2008 г.), помимо работ об истории теории вероятности, указанных выше.

Паскаль тоже не знал ответа на вопрос де Мере, но он его заинтриговал. Паскаль согласился с мнением де Мере, что эта задача должна иметь математическое решение.

Паскаль стал работать над задачей де Мере. Он позвал на помощь другого математика, Пьера де Ферма. Ферма был юристом, всесторонне образованным человеком, свободно владевшим полудюжиной иностранных языков, одним из самых способных математиков тех дней. Ферма жил приблизительно в шестистах километрах к югу от Парижа, в Тулузе. Паскаль не был с ним знаком лично, но слышал о нем от своих знакомых из салона Мерсена. В течение 1654 года в ходе длительной переписки Паскаль и Ферма нашли решение задачи де Мере. А попутно разработали основные положения современной теории вероятности.

Одним из результатов переписки между Паскалем и Ферма был способ точного расчета вероятности выигрышных ставок при игре в кости, который интересовал де Мере (система Кардано тоже учитывалась в такого рода играх в кости, но никто об этом не знал, когда де Мере заинтересовался этими вопросами). Им удалось показать, что первая стратегия де Мере была успешной, поскольку вероятность того, что выпадет 6, если кидать кость четыре раза, была чуть выше 50% — скорее 51,7747%. Вторая же стратегия де Мере была не так хороша, поскольку вероятность того, что выпадут две цифры 6, если кидать две кости двадцать четыре раза, составляла всего около 49,14% — менее 50%. Это означало, что со второй стратегией победа была немного менее вероятна, чем проигрыш, в то время как первая стратегия имела чуть больше шансов на выигрыш. Де Мере был в восторге от того, что теперь он мог положиться на аналитические наработки двух великих математиков, и стал придерживаться только первой стратегии.

Интерпретация аргументов Паскаля и Ферма была очевидна для де Мере. Но что эти цифры означают на самом деле? Большинство людей интуитивно понимают, что это означает, когда какое-то явление имеет ту или иную вероятность, но на самом деле на кону глубокий философский вопрос*. Предположим, я говорю: вероятность, что выпадет орел, когда подбросят монетку, составляет 50%. То есть если

* Сложные, но читабельные описания философских вопросов, связанных с интерпретацией теории вероятности, см. у Хаека (2012 г.), Скирмса (1999 г.) или Хокинга (1990 г.).

я буду подбрасывать монетку снова и снова, приблизительно в половине случаев она ляжет орлом вверх. Но это не означает, что монетка гарантированно упадет орлом вверх ровно в половине случаев. Если я подброшу монетку 100 раз, она может упасть орлом вверх 51, или 75, или все 100 раз. Может быть любое количество орлов. Почему же де Мере все-таки обратил внимание на расчеты Паскаля и Ферма? Они отнюдь не гарантировали, что его первая стратегия будет успешной в каждом случае. Де Мере мог всю оставшуюся жизнь биться об заклад, что 6 будет выпадать каждый раз, когда кто-либо бросит кость четыре раза подряд, и больше никогда не выиграть, несмотря на расчет вероятности. Это покажется нелепым, но ничто в теории вероятности (или в физике) не исключает такого поворота событий.

Так о чем же говорит нам теория вероятности, если она ничего не гарантирует в отношении того, как часто то или иное событие может иметь место? Если бы де Мере задал этот вопрос, ему долго пришлось ждать на него ответа. Полвека. Первым, кто в 1705 году незадолго до смерти понял, как надо воспринимать зависимость между вероятностью и частотой событий, был швейцарский математик Якоб Бернулли. Бернулли показал, что если вероятность падения монетки орлом составляет 50%, то вероятность того, что процент «орлов», которые действительно выпадут, будет отличаться от 50% на какой-то процент, но эта разница будет становиться все меньше и меньше, чем больше раз вы подбросите монетку. Вероятность падения монетки орлом в 50% случаев будет выше, если вы подбросите монетку 100 раз, чем если вы подбросите ее всего два раза. В рассуждениях Бернулли есть нечто сомнительное, поскольку он использует идеи из теории вероятности, чтобы объяснить, что означает сама вероятность. Бернулли не осознавал (это было полностью обосновано только в XX веке), что можно доказать: если вероятность падения монетки орлом составляет 50% и подбрасывать монетку бесконечное число раз, то (практически) наверняка в половине случаев выпадет орел. Или в случае со стратегией де Мере, если бросать кости бесконечное число раз, в каждой игре ставя на 6, практически гарантирована победа в 51,7477% игр. Это закон больших чисел, и он подтверждает одно из наиболее важных толкований теории вероятности*.

* Подробнее о законе больших чисел см. у Каселла и Бергера (2002 г.) и Биллингсли (1995 г.). См. также работу Башелье (1937 г.).

Паскаль не был поклонником азартных игр, поэтому даже забавно, что один из главных его вкладов в математику связан именно с этим. Еще более иронично то, что чуть ли не самую большую известность ему принесло… пари, пари Паскаля. В конце 1654 года с Паскалем случилось нечто мистическое, и этот случай изменил его жизнь. Он перестал заниматься математикой, стал адептом индивидуалистических принципов голландского теолога Корнелия Янсения, противоречивого христианского движения в католицизме в XVII веке. И начал активно писать о вопросах теологии. Пари Паскаля, как это теперь называется, впервые появилось в его религиозных работах. Поверить в Бога, писал Паскаль, — это как сделать ставку на то, есть ли Бог или нет. Убеждения же человека сводятся к тому, что он ставит на одно или на другое. Но прежде чем сделать ставку, человек хочет знать, каковы его шансы и что его ожидает, если он выиграет или проиграет. Паскаль рассуждал так: если вы делаете ставку на то, что Бог есть, соответствующим образом проживаете жизнь, и оказывается, что вы были правы, то обретете бессмертие в раю. Если окажется, что вы не правы, то просто умрете и ничего не произойдет. Вы также просто умрете, если поставите на то, что Бога нет, и выиграете. Но если поставите на то, что Бога нет, и проиграете, то будете осуждены на вечные муки. Решение этой дилеммы простое: христианская вера рациональная, а оборотная сторона атеизма слишком пугающая.

Несмотря на увлеченность теорией случая, Луи Башелье не слишком везло в жизни. Своей работой он внес фундаментальный вклад в физику, финансы, математику. Но так и не вышел за рамки академической респектабельности. Всякий раз, когда на пути Башелье начинала маячить удача, она ускользала от него в самый последний момент. Родившись в 1870 году в Гавре, шумном портовом городе на северо-западе Франции, молодой Луи был перспективным студентом. Он блистал знаниями математики в старших классах лицея, в октябре 1888 года получил степень бакалавра естественных наук. У него был достаточно хороший аттестат, с которым он вполне мог рассчитывать на учебу в одном из элитных французских университетов, дипломы которых служили залогом того, что их обладателям уготована судьба стать государственными чиновниками высшего ранга или учеными. Он вырос в купеческой семье, в которой были ученые-любители, художники. Учеба в Гранд-Эколь открывала перед

Башелье двери к профессиональному занятию интеллектуальным трудом, двери, которые были плотно закрыты для его предков.

Но не успел Башелье подать заявление в Гранд-Эколь, как его родители скончались. Он остался с незамужней старшей сестрой и трехлетним братом на руках. Два года Башелье занимался семейным винодельческим бизнесом, пока в 1891 году его не призвали на военную службу. Год спустя, уволившись с нее, Башелье смог вернуться к учебе. Ему было чуть больше двадцати лет, у него не было ни дома, ни семьи, которая бы его поддержала. Выбор был ограниченный. По возрасту поступать в Гранд-Эколь было уже невозможно. Башелье выбрал менее престижный Парижский университет.

В аудиториях Сорбонны, конечно, тоже можно было получить превосходное образование. В профессорско-преподавательский состав этого университета входили некоторые из самых замечательных умов Франции того времени. Это был один из немногих университетов во Франции, в котором профессорско-преподавательский состав имел возможность заниматься еще и научно-исследовательской работой, а не только преподавать предметы студентам. Башелье быстро выделился на фоне сверстников, хотя его оценки и были не самыми лучшими. В числе небольшой группы студентов, которая превзошла его, были сокурсники Башелье — Поль Ланжевен и Альфред-Мари Лиенар, известные физикам и математикам так же, как и сам Башелье, если не больше. Находиться в такой компании было очень полезно. Получив диплом бакалавра, Башелье остался в университете в докторантуре и начал работу над диссертацией — той самой, о спекуляциях на финансовых рынках, которую позднее выудил с библиотечных полок Самуэльсон. Курировал его работу Анри Пуанкаре — наверное, самый известный французский математик и физик того времени.

Пуанкаре был идеальным наставником для Башелье*. Он обогащал каждую область знаний, с которой ему приходилось иметь дело: математику, астрономию, физику, инженерию. Окончив Гранд-Эколь, научной и исследовательской работой Пуанкаре занимался, как и Башелье, в Парижском университете. Но большую часть своей жизни он проработал профессиональным горным инженером, став в конечном итоге главным инженером Французского шахтерского

* Подробнее о Пуанкаре см. у Мавина (2005 г.) или Галисона (2003 г.), а также в их списках использованных источников.

корпуса. Так что он в полной мере смог оценить важность прикладной математики — даже в такой нетрадиционной (для того времени, разумеется) области, как финансы. Башелье наверняка не написал бы свою диссертацию, не окажись у него научного руководителя, который обладал такими обширными знаниями, как Пуанкаре. Кроме того, Пуанкаре был влиятельной фигурой в научных и политических кругах Франции, а стало быть, его авторитет служил хорошей защитой для студента, чья исследовательская работа могла быть неоднозначно встречена научным сообществом того времени.

Башелье работал над диссертацией вплоть до 1900 года. Основная его идея состояла в том, что теорию вероятности, область математики, которую первыми «вытянули на свет» Кардано, Паскаль и Ферма в XVI–XVII веках, можно использовать для понимания работы финансовых рынков. Другими словами, рынок можно представить как огромную игру случая. Сегодня, конечно, сравнивать фондовые рынки с казино уже не оригинально, но это только подтверждает силу идеи Башелье.

Диссертация Башелье была огромным интеллектуальным достижением, и, похоже, Башелье это осознавал. Но с профессиональной точки зрения это была катастрофа.

Проблемой стала неподготовленность аудитории. Башелье пребывал на волне приближающейся новой эры (в конце концов, он только что изобрел финансовую математику). Но никто из его современников не оценил то, что он совершил. Заслуги Башелье, бесспорно, могли бы по достоинству оценить математики, физики, работающие с математическими моделями. Но в 1900 году европейская математика пребывала в застое. В математических кругах было ощущение, что наука еще только начинает выходить из кризиса, в который она погрузилась в начале 1860-х годов, когда выяснилось, что многие традиционные теоремы ошибочны, и математики начали опасаться, что начинают рушиться основы их научной дисциплины. Нерешенным, в частности, оставался вопрос, можно ли предложить достаточно строгую методологию, которая убедит в том, что результаты новых исследований, наводнившие научные журналы в ту пору, также несовершенны. Резкий крен в формализм настолько отравил кладезь математики, что на прикладную математику и даже на математическую физику математики-конформисты глядели с нескрываемым подозрением. Идея перенесения математики на совершенно новое для нее поле и, хуже того, использования знаний, основанных на интуиции, почерпнутых из сферы финансов в целях стимулирования развития новой математики вызывала у ортодоксов отвращение, пугала их.

Влияние Пуанкаре было достаточно сильным, чтобы помочь Башелье с защитой диссертации, но даже он был вынужден констатировать, что реферат Башелье слишком далеко выходит за рамки господствовавших во французской математике тенденций, и поэтому не заслуживает высшей оценки «с отличием»*. Диссертация получила оценку «достойно», даже не «весьма достойно». В заключении диссертационной комиссии, написанном самим Пуанкаре, он выразил Башелье глубокую признательность за его труд — как за новую математику, так и за глубокое проникновение во внутренний механизм финансовых рынков. Но высшую оценку за диссертацию по математике, которая по стандартам того времени не была посвящена какому-то определенному разделу классической математики, поставить было невозможно. А без нее перспективы Башелье как профессионального математика были ничтожными. Благодаря Пуанкаре Башелье остался в Париже, получил несколько небольших грантов от Парижского университета, независимых фондов. Они позволяли ему оплачивать свои скромные повседневные расходы. В 1909 году Башелье разрешили читать лекции в университете, правда, бесплатно.

Самый жестокий сюрприз судьба преподнесла Башелье в 1914 году. В начале года Совет университета поручил декану факультета естественных наук создать постоянную должность для Башелье. Научно-преподавательская карьера, о которой он всегда мечтал, становилась реальностью. Но до того как должность была окончательно утверждена, злой рок снова отбросил Башелье назад. В августе германские войска вторглись во Францию. В стране была объявлена мобилизация. Девятого сентября сорокачетырехлетний математик, совершивший никем не замеченную революцию в области науки о финансах, был призван на службу в армию.

Представьте себе картину: солнце светит в окно пыльного чердака. Если правильно сфокусировать зрение, можно увидеть, как мельчай-

* Отчет Пуанкаре о диссертации Башелье можно найти у Курто и Кабанова (2002 г.), а также в переводе Дэйвиса и Этериджа (2006).

шие пылинки пляшут в луче света. Кажется, что они висят в воздухе. Но если присмотреться внимательнее, можно увидеть, как они время от времени совершают судорожные движения, меняют направление, перемещаясь то вверх, то вниз. Если бы вам удалось посмотреть на эту картину в достаточном приближении, например через микроскоп, вам удалось бы увидеть, что частицы постоянно вибрируют. Это на первый взгляд беспорядочное движение, по словам римского поэта Тита Лукреция, написанным приблизительно в 60 году до нашей эры, говорит о том, что, должно быть, существуют некие мелкие невидимые частицы — он назвал их «первичными тельцами», — которые с разных сторон наносят удары по пылинкам и толкают их то в одном направлении, то в другом*.

Через двести лет Альберт Эйнштейн привел аналогичный аргумент в пользу существования атомов. Только он превзошел Лукреция и сформулировал математическое обоснование, позволившее ему точно описать, какими будут траектории движения частицы, если ее судорожные движения и вибрации действительно вызваны столкновениями с еще более мелкими частицами. В течение последующих шести лет французский физик Жан Батист Перрен разработал экспериментальный метод слежения за частицами, свободно плавающими в жидкости, обеспечивающий достаточную точность. Он подтвердил, что частицы и в самом деле движутся по траекториям, предсказанным Эйнштейном. Эксперимент убедил скептиков, что атомы действительно существуют**. Вклад в это дело Лукреция остался недооцененным.

Траектории Эйнштейна являли собой образец броуновского движения, получившего название по имени шотландского ботаника Роберта Броуна***, который в 1826 году отметил хаотичное движение цветочной пыльцы, свободно плавающей в воде. Математическую

* См. у Лукреция (2008 г. [60 г. до н. э.], с. 25).

** История «атомарной теории» и ее противников начала XX века очень интересна и играет важную роль в современных дебатах о том, как следует понимать математические и физические теории, чтобы они представляли невидимый мир. Например, см. работы Мэдди (1997 г., 2001 г., 2007 г.), Чалмерса (2009 г., 2011 г.) и ван Фраассена (2009 г.). Хотя обсуждение этих дебатов выходит далеко за рамки предмета настоящей книги, должен заметить, что предложенные здесь аргументы относительно того, как следует воспринимать статус математических моделей в финансах, тесно связаны с дискуссиями более общего характера о статусе математических или физических теорий.

*** Наблюдения Броуна были опубликованы в 1828 г.

трактовку броуновского движения* часто называют случайным блужданием, а иногда и более выразительно — «блужданием пьяницы». Представьте себе человека, выходящего из бара с открытой бутылкой в заднем кармане, из которой капает недопитая им выпивка. Он делает несколько шагов вперед, затем возникает большая вероятность, что он споткнется, покачнется. Пьяница пытается удержать равновесие, делает еще шаг, затем опять спотыкается. Направление, в котором этот человек споткнется, по сути, случайно, по крайней мере, оно никоим образом не связано с общим направлением движения, которое пьяница себе наметил. Если этот человек будет спотыкаться достаточно часто, то траектория его движения, нарисованная каплями на земле, пока он зигзагами плетется по направлению к своему отелю (или, что не менее вероятно, в абсолютно противоположном направлении), будет похожа на траекторию движения пылинки в луче солнечного света.

В сообществе физиков и химиков Эйнштейн получил признание за математическое объяснение броуновского движения потому, что его труд 1905 года оказался в руках Перрена**.

Но на самом деле Эйнштейн опоздал со своим открытием на пять лет. Башелье описал математику случайных блужданий в своей диссертации еще в 1900 году. В отличие от Эйнштейна Башелье не интересовало случайное движение частичек пыли, возникающее от столкновения с атомами. Башелье интересовали случайные изменения цен на бирже.

Представьте себе, что пьяница добрел до своего отеля. Он выходит из лифта, перед ним длинный коридор. В одном конце коридора — номер 700; в другом конце — номер 799. Сам пьяница находится где-то посередине и не имеет представления, в какую сторону ему следует идти, чтобы попасть в свой номер. Он проходит, спотыкаясь и качаясь из стороны в сторону, полкоридора в одном направлении, затем

---

* В более общем смысле броуновское движение является примером случайного, или схоластического, процесса. Обзор математики схоластических процессов см. у Карлина и Тейлора (1975 г., 1981 г.).

** Эйнштейн опубликовал в 1905 году четыре труда. Один из них был как раз тем, на который я ссылаюсь здесь (Эйнштейн, 1905b), но и три других были в равной степени незаурядными. В своей работе (1905a) Эйнштейн впервые делает предположение о том, что свет поступает дискретными пучками, которые теперь называются квантами или фотонами; в другой работе (1905c) он представляет свою особую теорию относительности; а в четвертой работе (1905d) предлагает известное уравнение e = mc2.

полкоридора — в противоположном. Предположим, что каждый шаг, который делает пьяница, дает ему 50%-ную вероятность того, что он немного приблизится к своему номеру 700, что в одном конце длинного коридора, или 50%-ную вероятность того, что он немного приблизится к своему номеру 799 — в другом конце. Какова вероятность того, что, пройдя, скажем, сто или тысячу шагов, он окажется перед нужным номером?

Чтобы понять, как математика соотносится с финансовыми рынками, надо понять, что цена акции очень похожа на нашего пьяницу. В любой момент существует возможность того, что цена пойдет вверх, равно как и возможность того, что она пойдет вниз. Эти две возможности соответствуют действиям спотыкающегося пьяницы, бредущего к номеру 700 или 799, направляясь то в одну сторону, то в другую. Таким образом, вопрос, на который в данном случае может ответить математика, звучит следующим образом: если торги начинаются с определенной цены и эта цена совершает случайное блуждание, какова вероятность того, что она дойдет до какого-то определенного уровня через какой-то установленный промежуток времени? Другими словами, до какой двери, спотыкаясь, добредет цена через сто или тысячу разовых изменений на бирже?

Это — вопрос, на который Башелье ответил в своей диссертации. Он показал, что если цена акций совершает случайные блуждания, вероятность того, что она дойдет до какого-то установленного значения через определенный промежуток времени, будет соответствовать графику, известному сегодня как нормальная обобщенная функция (распределение Гаусса), или кривая нормального распределения (гауссова кривая)*. Эта кривая имеет форму колокола, закругленного в верхней части и расширяющегося книзу. Верхняя часть кривой располагается в районе стартовой цены, что означает, что, по наиболее вероятному сценарию, цена окажется где-то в районе стартовой. От центрального максимума кривая резко идет вниз, указывая на то, что существенные изменения цены менее вероятны. По мере того как цена на акции делает больше шагов случайного блуждания, кривая расширяется, становится в целом менее высокой. Это указывает на то, что со временем степень вероятности, что цена изменится по срав-

* Подробнее о распределении вероятностей и о распределении Гаусса, в частности, см. у Каселла и Бергера (2002 г.), Биллингсли (1995 г.), Форбс и др. (2011 г.).

нению с первоначальной, повысится. В данном случае наглядное изображение просто бесценно, поэтому посмотрим на рисунок 1, чтобы понять, как это работает.

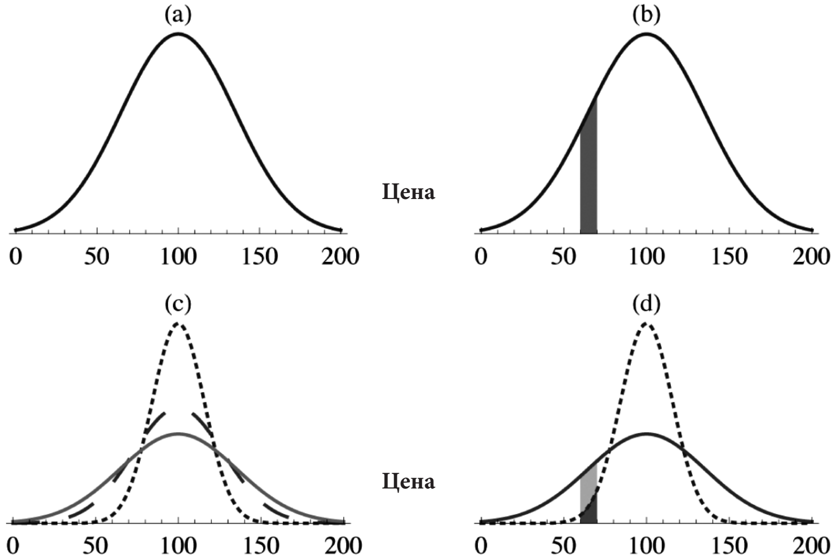

Рис. 1. Вероятность в модели Башелье

Рисунок 1. Башелье обнаружил, что если цена на акции совершает случайные блуждания, вероятность того, что она достигнет определенного показателя в будущем, можно рассчитать по графику, известному как нормальная обобщенная функция. На представленных графиках показано, как это происходит в случае с акциями, цена которых в настоящий момент составляет 100 долларов. График (a) — это пример нормальной обобщенной функции, рассчитанной для конкретного момента времени в будущем, скажем, через пять лет. Вероятность того, что через пять лет цена на акции будет где-то в указанном диапазоне, обеспечивает область под графиком — так, например, заштрихованная область графика (b) соответствует вероятности того, что через пять лет акции будут стоить где-то в районе 60–70 долларов. Форма графика зависит от того, насколько отдаленное будущее вас интересует. На графике (c) пунктирная линия — это график на год с настоящего момента, линия, обозначенная штриховым пунктиром — на три года, а сплошная линия — на пять лет с настоящего момента. Вы можете заметить, что со временем графики становятся ниже и шире. Это означает, что вероятность того, что цена на акции будет сильно отличаться от своей начальной цены в 100 долларов, повышается, что видно на графике (d). Обращаем ваше внимание на то, что заштрихованная область под сплошной линией, соответствующая вероятности того, что через пять лет цена акции будет составлять 60–70 долларов, значительно больше, чем заштрихованная область под пунктирной линией, что соответствует одному году с настоящего момента.

Воспринимать динамику цен на акции в контексте случайного блуждания — это очень современно. Создается впечатление, что Башелье беспрецедентен в своем постижении тонкостей рынка*. Тем не менее в определенные моменты эта идея кажется сумасшедшей (что, возможно, объясняет, почему ее никто и не оценил). Вы можете сказать, что я просто чересчур верю в математику. Если изменение цен на акции носит случайный характер, то теория случайных блужданий прекрасна. Но почему вы, автор, считаете, что рынки блуждают случайно? Цены идут вверх в ответ на хорошие новости и вниз — в ответ на плохие. В этом нет ничего случайного. Основное предположение Башелье заключается в том, что степень вероятности того, что цена пойдет вверх в заданный момент, всегда равна степени вероятности того, что она пойдет вниз. А это — полный вздор.

Как человек, на практике знакомый с внутренними механизмами Парижской биржи, Башелье знал, как сильно информация может влиять на стоимость ценных бумаг. Оглядываясь в прошлое, легко указать на хорошие, равно как и на плохие новости и воспользоваться ими для объяснения динамики рынка. Башелье же было интересно понять, какова вероятность того, какими будут цены в будущем, когда вы не знаете, какие в тот момент будут новости. Некоторые будущие новости можно предсказать исходя из того, что уже известно. Профессиональные игроки достаточно хорошо умеют предсказывать такие вещи, как исход спортивных мероприятий, политических

* Как по степени сложности теорий, так и (в конечном счете) по оказанному влиянию Башелье нет равных. Но были люди, которые или некоторым образом предвосхитили Башелье (особенно Жюль Реньо), или же проделали аналогичную работу через несколько лет после Башелье (например, Винцент Бронзен). Подробнее о таких пионерах в сфере финансов см. у Пуатра (2006 г.) (особенно в работах Йовановича [2006 г.], и Циммермана и Хафнера [2006 г.]) и Гирлиха (2002 г.).

выборов. Это можно назвать умением прогнозировать степень вероятности того или иного исхода рискованных мероприятий, зависящих от воли случая. Но как прогнозируемость влияет на состояние рынка? Башелье размышлял следующим образом: любые прогнозируемые события уже отражены в текущей цене акции или облигации. Другими словами, если у вас есть основания полагать, что в будущем произойдет что-либо, в результате чего акция Microsoft станет стоить дороже (скажем, Microsoft изобретет новый компьютер или выиграет крупный иск), вы, вероятно, заплатите сейчас за акцию Microsoft больше, чем тот, кто не думает, что с Microsoft произойдет что-нибудь хорошее. Информация, благодаря которой позитивные события в будущем выглядят вероятными, повышает цены сейчас; и информация, благодаря которой негативные события в будущем выглядят вероятными, понижает цены тоже сейчас.

Но если эти аргументы справедливы, возражал Башелье, то цены на акции должны быть случайными. Представьте себе ситуацию: сделка совершена по установленной цене. Вот тут все и начинается. Осуществление сделки означает, что два человека — покупатель и продавец — сумели договориться о цене. И покупатель, и продавец ознакомились с имеющейся информацией и решили, насколько, на их взгляд, ценна для них акция. Но с важной оговоркой: покупатель, по крайней мере, в соответствии с логикой Башелье, покупает акцию по этой цене, так как думает, что, вполне вероятно, в будущем она вырастет. Тем временем продавец продает акцию по этой цене, потому что думает, что цена снизится. Забегая на шаг вперед: если на рынке множество информированных инвесторов, которые постоянно договариваются о ценах, по которым должны проводиться сделки, то текущая цена акции может интерпретироваться как цена, установленная с учетом всей возможной информации. Эта цена — итог спора информированных покупателей, считающих, что она будет повышаться, и продавцов, полагающих, что она будет понижаться. Другими словами, текущая цена в любой момент времени — это цена, при которой вся имеющаяся информация говорит, что вероятность того, что акции пойдут вверх и вниз, составляет 50%. Если рынки работают так, как утверждал Башелье, то гипотеза о случайных блужданиях совсем не сумасшедшая. Это — неотъемлемая часть того, что заставляет рынки функционировать.

Этот взгляд на рынки сейчас известен как гипотеза об эффективности рынка. Основная идея заключается в том, что рыночные цены всегда отражают истинную стоимость вещей, выставляемых на торги, поскольку в этих ценах учтена вся имеющаяся информация. Башелье был первым, кто озвучил ее, но, как случилось со многими его глубочайшими выводами на тему финансовых рынков, мало кто оценил ее важность. Позднее, в 1965 году, гипотеза об эффективности рынка была заново предложена экономистом из Чикагского университета Юджином Фама*. Сегодня, конечно, эта гипотеза считается в высшей степени противоречивой. Некоторые экономисты, в особенности представители так называемой «чикагской школы», придерживаются ее как главной и неоспоримой истины. Но вам не понадобится прилагать слишком большие умственные усилия, чтобы понять, что она, мягко говоря, несколько неубедительна. Например, одним из следствий этой гипотезы является вывод, что на рынках не может быть никаких «пузырей», потому что «пузырь» может возникнуть, только если рыночная цена на некую вещь оказывается не привязанной к ее истинной цене. Любой, кто помнит бум и спад доткомов в конце 1990-х — начале 2000-х годов, кто пробовал, начиная примерно с 2006 года, продать свой дом, знает, что динамика цен не так рациональна, как уверяет нас «чикагская школа». На самом деле большинство обычных трейдеров, занимающихся этим бизнесом изо дня в день, с которыми я беседовал, находят эту идею попросту смехотворной.

Но даже если рынки не всегда эффективны, а это, конечно, так и есть, и даже если временами цены выходят далеко за рамки разумного, когда речь идет о стоимости торгуемых товаров (что тоже никем не оспаривается), гипотеза об эффективности рынка представляет собой исходную позицию в попытках понять, как работают рынки. Это — допущение, идеализация. Удачной аналогией здесь будет учебник по физике для старших классов школы, где в некоторых задачах

* См. работу Фама (1965 г.). Гипотеза об эффективности рынка теперь является главной составляющей современной экономической мысли; она подробно описана в любом крупном учебнике, таком как учебник Манкива (2012 г.) или Крюгмана и Уэлса (2009 г.). Историю гипотезы об эффективности рынка см. у Сьювелла (2011 г.) и Лима (2006 г.). Также см. множество недавно вышедших книг и статей, критикующих идею о том, что рынки действительно эффективны, таких авторов, как Талеб (2004 г., 2007a), Фокс (2009 г.), Кэссиди (2010a,b), Штиглиц (2010 г.) и Крюгман (2009 г.).

дается допуск на отсутствие трения и силы притяжения. Конечно, такого в природе не существует. Но некоторых упрощающих допущений бывает достаточно, чтобы найти решение задачи, которая, если бы не эти допущения, оставалась неразрешимой. А уже когда вы решили упрощенную задачу, можно задаться вопросом, сколько вреда причиняют упрощающие допущения. Если вы хотите понять, что происходит при столкновении двух хоккейных шайб на катке, допустив при этом, что трение отсутствует, большой беды от этого допущения не будет. Но если допустить, что трение отсутствует при падении с велосипеда, это закончится сильными ссадинами. Аналогичная ситуация складывается и в случае, когда вы пытаетесь моделировать финансовые рынки: Башелье начинает с допущения — гипотезы об эффективности рынка — и добивается поразительных успехов. Следующий шаг, который Башелье оставил сделать будущим поколениям, пытающимся понять мир финансов, заключался в том, чтобы разобраться, когда допущение об эффективности рынка терпит неудачу.

Создается впечатление, что Самуэльсон был единственным получателем открытки Сэвиджа, который потрудился заглянуть в труды Башелье. Они произвели на него сильное впечатление, а Самуэльсон был достаточно влиятельной фигурой, чтобы довести их до внимания общественности. Работа Башелье, посвященная игре на бирже, стала пользоваться спросом у студентов МТИ, которые, в свою очередь, сделали имя Башелье известным в самых отдаленных уголках мира. Башелье официально канонизировали в 1964 году, когда коллега Самуэльсона по работе в МТИ Поль Кутнер включил диссертацию француза в сборник научных трудов «Случайный характер цен на фондовом рынке»*. На момент выхода сборника в свет гипотеза случайных блужданий была уже независимо друг от друга исследована и усовершенствована рядом ученых, однако ее рождение Кутнер однозначно приписал Башелье. По словам Кутнера, «работа [Башелье] настолько выдающаяся, что мы можем сказать: наука о спекулятивных ценах обрела славу в момент своего зарождения»**.

Во многих отношениях Самуэльсон идеально подходил на роль человека, который должен был извлечь из забвения Башелье и эф-

* Это работа Кутнера 1964 г.

** Цитата из работы Кутнера (1964 г., с. 3).

фективно распространить его идеи. Самуэльсон — один из наиболее влиятельных экономистов XX века. В 1970 году он получил вторую Нобелевскую премию по экономике за «повышение уровня анализа в экономической науке» и «превращение экономики в математическую дисциплину». Несмотря на то что он изучал экономику в Университете Чикаго и Гарварде, огромное влияние на него оказал Э. Б. Уилсон, специалист в области математической физики и статистики*. Самуэльсон познакомился с Уилсоном, будучи еще студентом. Уилсон в то время был профессором демографической статистики на факультете здравоохранения Гарвардского университета, но в первые двадцать лет своей карьеры он занимался физикой и инженерией в МТИ. Уилсон был студентом Дж. У. Гиббса, великого американского физика-математика, первым в США получившего в 1863 году в Йельском университете степень доктора технических наук. Наибольшую известность Гиббсу принесло то, что он положил начало математической теории термодинамики и статистической механике, которые пытаются дать объяснение поведению обычных объектов типа бочонка воды или автомобильного двигателя в разрезе их микроскопических частей**.

Благодаря Уилсону Самуэльсон стал последователем традиции, заложенной Гиббсом. Его диссертация, написанная в 1940 году, была попыткой переложить экономику на язык математики, активно заимствуя идеи Гиббса из статистической термодинамики. Одна из основных задач термодинамики — дать описание того, как обобщить поведение отдельных частиц, чтобы описать крупные объекты. Основная часть этого анализа посвящена определению таких переменных, как температура или давление, которые не имеют смысла, когда речь идет об отдельных частицах, но могут использоваться для описания их коллективного поведения. Самуэльсон указал на то, что об экономике можно рассуждать подобным образом: экономика — это масса

* Уилсон был человеком энциклопедических знаний, он внес большой вклад во многие области знания, включая статистику, физику, технику, экономику и здравоохранение. Однако некоторым образом, его самый значительный вклад был педагогическим; его учебники по векторному анализу (Уилсон, 1901 г.) и продвинутому анализу (Уилсон, 1912 г.) стали стандартом для целого поколения американских ученых и инженеров. Подробности из его интеллектуальной биографии можно найти у Хансейкера и Лейна (1973 г.).

** Подробнее о Гиббсе и его работе см. у Хастингса (1909 г.), Руксейера (1988 г.) или Вилера (1988 г.). Его студент Э. Б. Уилсон, указанный выше, также писал мемуары о своем взаимодействии с Гиббсом (Уилсон, 1931 г.).

людей, которые общаются друг с другом и принимают решения. Чтобы понять крупномасштабную экономику (макроэкономику), следует определить переменные, характеризующие экономику в целом (уровень инфляции, например), а затем — зависимость между этими переменными и людьми. В 1947 году на основе своей гарвардской диссертации Самуэльсон опубликовал книгу. Она называлась «Основы экономического анализа»*.

В определенном смысле книга Самуэльсона стала революционной, что не удалось диссертации Башелье. Когда Башелье работал над ней, экономика как наука, по сути, была подразделом политической философии. Цифры в ней до 1880-х годов не играли большой роли, да и тогда были введены в научный оборот только потому, что некоторые философы заинтересовались количественной оценкой экономик разных стран мира, чтобы их можно было сравнивать. Когда Башелье писал свою диссертацию, по существу, не было ни одного экономиста, способного понять и оценить математические методы, которыми он пользовался.

В следующие сорок лет экономика как наука пережила свой расцвет**. Преждевременные попытки определить количественные показатели уступили место более сложным методам их сравнения — отчасти благодаря работе Ирвинга Фишера***, американского экономиста, еще одного студента Гиббса. В первые десятилетия XX века научные исследования в области экономики были единичными и проводились при поддержке европейских правительств, поскольку потребности военного строительства подталкивали их к тому, чтобы придать законную силу попыткам увеличить объемы производства. Но как научная дисциплина экономика полностью обрела свое лицо только в начале 1930-х годов, одновременно с началом Великой депрессии. Политические лидеры Европы и Соединенных Штатов тогда считали, что в мировой экономике произошла какая-то катастрофа, и обратились за советом к экспертам. Неожиданно резко увеличилось финансирование научных исследований, что

* Это работа Сэмуэльсона 1947 г. Учебник Самуэльсона по экономике (1948 г.) расширил его влияние на американскую экономическую мысль.

** Представленный взгляд на историю и особенно «математизацию» экономики во многом обязан Моргану (2003 г.).

*** Подробнее о жизни и работе Ирвинга Фишера см. у Аллена (1993 г.).

привело к образованию большого числа вакансий в университетах. Самуэльсон приехал в Гарвард на гребне этой интересной новой волны. Когда была опубликована его книга, уже сформировалось научное сообщество, способное понять истинное значение этой работы. Книга Самуэльсона и изданный впоследствии учебник, который со временем стал бестселлером всех времен среди книг по экономике, помогли остальным оценить, что же на самом деле совершил Башелье почти полвека назад.

Выражаясь современным языком, в своей диссертации Башелье представил модель того, как меняются рыночные цены со временем. Сейчас бы мы назвали ее моделью случайных блужданий. Термин «модель» вошел в экономику в 1930-х годах с работой еще одного физика, переквалифицировавшегося в экономиста, Яна Тинбергена (Самуэльсон был вторым человеком, получившим Нобелевскую премию по экономике; а Тинберген — первым)*. Этот термин уже использовался в физике, чтобы сказать о чем-то, немного меньшем, чем полноценная физическая теория. Теория — по крайней мере, как ее обычно представляют физики — это попытка полностью и точно описать какое-то свойство мира. Модель же — что-то вроде упрощенного изображения того, как работают определенные физические процессы или системы. Тинберген воспользовался этим термином в экономике, несмотря на то что его модели были предназначены для того, чтобы придумать способы прогнозировать зависимость между экономическими переменными, например, между процентными ставками и инфляцией или между зарплатами и производительностью труда (широко известно суждение Тинбергена о том, что компания менее продуктивна, если доход самого высокооплачиваемого работника будет более чем в пять раз превышать доход самого низкооплачиваемого работника — золотое правило, которое сегодня в значительной степени забыто). В отличие от физики, где люди работают с четко сформулированными теориями, математическая экономика имеет дело почти исключительно с моделями**.

* Заявление о происхождении термина «модель» исходит от Мэри Морган (2003 г.). Краткую биографическую справку о Тинбергене см. у Хендри и Морган (1996 г.); более подробное обсуждение его работы см. у Морган (1990 г.).

** Взаимосвязь между моделями и теориями и описание различий между моделями в экономике и теориями в физике — это предмет работы Дермана (2011b).

К моменту публикации книги Кутнера в 1964 году идея о том, что рыночные цены подвержены случайным блужданиям, уже хорошо укоренилась, и многие экономисты признавали, что ответственность за это лежала на Башелье. Но модель случайных блужданий не была кульминацией его диссертации. Он рассматривал ее как подготовительную работу, служащую его истинно главной цели — созданию моделей опционного ценообразования. Опцион — это вид деривата, дающий владельцу опциона право купить (или иногда продать) конкретную ценную бумагу, например акцию или облигацию, по заранее установленной цене (которая называется «цена-страйк») в какой-то момент в будущем (дата истечения срока опциона). Когда вы покупаете опцион, вы не покупаете напрямую акции, вы покупаете право торговать этими акциями в какой-то момент в будущем, но по цене, на которую согласны в настоящий момент. Цена опциона должна соответствовать стоимости права на покупку чего-либо в определенный момент в будущем.

Даже в 1900 году любому интересующемуся торговлей ценными бумагами было очевидно, что стоимость опциона должна быть каким-либо образом связана со стоимостью ценной бумаги, лежащей в основе этого опциона, а также с ценой-страйк. Если акция Google торгуется по цене 100 долларов, а у меня есть контракт, дающий право на покупку акции Google за 50 долларов, этот опцион принесет мне не менее 50 долларов на акцию, поскольку я могу купить ее по льготному тарифу, а затем сразу же продать с прибылью. Напротив, если опцион дает мне право на покупку акции за 150 долларов, он не будет очень выгоден для меня, если, конечно, цена на акции Google резко не вырастет выше 150 долларов. Но вопрос о том, сколько право сделать что-либо в будущем должно стоить сейчас, в начале XX века оставался открытым.

Ответ Башелье строился на идее справедливого пари. Пари в теории вероятности считается справедливым, если средний результат для обоих участников равен нулю. Это означает, что в среднем через несколько повторных ставок оба игрока останутся при своих деньгах. Между тем несправедливое пари — это когда предполагается, что один из игроков в конечном итоге потеряет свои деньги. Башелье утверждал, что опцион сам по себе является чем-то вроде пари. Человек, продающий опцион, ставит на то, что с момента продажи до момента окончания срока опциона цена лежащей в его основе ценной бумаги упадет ниже цены-страйк. Если это произойдет, продавец выиграет пари, то есть получит прибыль от опциона. Между тем покупатель опциона делает ставку на то, что в какой-то момент цена лежащей в его основе ценной бумаги превысит цену-страйк. В этом случае покупатель получает прибыль, исполнив опцион и немедленно продав лежащую в его основе ценную бумагу. Так сколько же должен стоить опцион? Башелье утверждал, что справедливой ценой опциона будет та, которая сделает его справедливым пари.

В целом, чтобы определить, справедливо ли пари, вам необходимо знать, какова вероятность каждого конкретного результата, а также сколько вы получите (или потеряете), если будет именно этот результат. То, сколько вы получите или потеряете, определить легко, поскольку это разница между ценой-страйк опциона и рыночной ценой лежащей в его основе ценной бумаги. Но, вооружившись моделью случайных блужданий, Башелье также знал, как рассчитать вероятность того, что конкретная акция превысит (или не превысит) цену-страйк в конкретном временном интервале. Объединив эти два элемента, Башелье продемонстрировал, как рассчитать справедливую цену опциона. Задача решена.

Здесь необходимо подчеркнуть важный момент. Мы часто слышим, что рынки непредсказуемы, потому что они случайны. В каком-то смысле это справедливо. Модель случайных блужданий Башелье указывает на то, что невозможно прогнозировать, пойдет ли какая-либо конкретная акция вверх или вниз и принесет ли ваш портфель прибыль. Но есть и другой смысл, в котором некоторые особенности рынков прогнозируемы именно потому, что они случайны. Именно потому, что рынки случайны, можно использовать модель Башелье для вероятностных прогнозов, которые благодаря закону больших чисел (математический результат, обнаруженный Бернулли, который увязывает вероятность с частотой) дают информацию о том, как будут себя вести рынки в долгосрочной перспективе. Такого рода прогнозы бесполезны для тех, кто играет на бирже напрямую, потому что это не позволяет игроку отобрать акции, которые будут выигрывать. Но это не означает, что статистические прогнозы бесполезны для инвесторов. Чтобы убедиться в этом, достаточно посмотреть на модель опционного ценообразования Башелье, где допущение о том, что рынки для базовых активов случайны, является ключом к ее эффективности.

Но формула опционного ценообразования не гарантирует, что вам пора отправляться в банк. Нужен какой-то способ использования информации, предоставляемой формулой, чтобы принимать инвестиционные решения и получать конкурентное преимущество на рынке. Башелье не предложил никакого четкого понимания того, как включить модель опционного ценообразования в стратегию биржевой игры. В этом заключалась одна из причин, почему модели опционного ценообразования Башелье было уделено меньше внимания, чем его модели случайных блужданий, даже после повторного «открытия» его диссертации экономистами. Вторая причина состояла в том, что еще долгое время после написания им диссертации опционы оставались сравнительно экзотичными инструментами, так что даже когда экономисты в 1950–1960-е годы заинтересовались моделью случайных блужданий, модель опционного ценообразования казалась им замысловатой и нерелевантной. В Соединенных Штатах, например, большая часть опционных сделок считалась незаконной. Ситуация изменилась в конце 1960-х годов, а затем еще раз — в начале 1970-х. Тогда схемы опционного ценообразования в стиле Башелье позволили сколотить огромные богатства.

Башелье пережил Первую мировую войну. Он был демобилизован из армии в последний день 1918 года. Возвратившись в Париж, Башелье обнаружил, что его должность в университете ликвидирована. Но в целом послевоенные дела Башелье стали налаживаться. Многие перспективные молодые математики погибли на фронте, вакансии в университетах освободились. Первые послевоенные годы — с 1919 по 1927 год — Башелье работал приглашенным профессором сначала в Безансоне, затем в Дижоне и, наконец, в Ренне. Ни один из этих университетов не считался очень престижным, но все они предлагали Башелье оплачиваемые преподавательские должности, что тогда было большой редкостью во Франции. Наконец в 1927 году Башелье был назначен на профессорскую должность в Безансоне, где и преподавал до своего ухода на пенсию в 1937 году. Он прожил еще девять лет, редактируя и переиздавая труд, написанный им на более раннем этапе своей научной карьеры. С момента, когда он стал профессором, и до смерти Башелье опубликовал всего одну новую работу.

Событие, произошедшее в 1926 году (за год до того, как он наконец получил постоянную должность), омрачило последние годы преподавательской деятельности Башелье и может объяснить, почему он перестал издавать новые труды. В тот год Башелье подал заявление на постоянную должность в Дижоне. Одного из коллег, рецензировавших его труд, смутила система обозначений Башелье. Полагая, что обнаружил ошибку, он направил документ Полю Леви, молодому, но уже известному специалисту в области теории вероятности. Леви, взглянув только на ту страницу, на которой предположительно была ошибка, подтвердил подозрения дижонского математика, и Башелье внесли в «черный список» Дижонского университета. Позднее он узнал о роли Леви в своем фиаско. Башелье пришел в ярость. Он разослал письма с заявлением о том, что Леви сломал ему научную карьеру, не разобравшись в его работе*. Год спустя Башелье получил работу в Безансоне, но «дурная слава» о правомерности большой части трудов Башелье остались. По иронии судьбы, в 1941 году Леви прочитал последнюю работу Башелье, темой которой было броуновское движение**. Леви тоже работал над ней, и он нашел, что труд великолепен. Леви вступил в переписку с Башелье, вернулся к его более раннему труду и понял, что в тот раз ошибся он сам, а не Башелье, — из-за системы обозначений и вольного стиля Башелье его труд был сложен для внимательного прочтения, но по сути не содержал ошибок. Леви открыто написал об этом Башелье, они помирились примерно в 1942 году.

На труд Башелье ссылается ряд известных математиков, работавших в начале XX века над теорией вероятности. Но как показывает переписка Башелье с Леви, многие из наиболее влиятельных французских ученых либо не знали о нем, либо списывали со счетов его труд как несущественный и несовершенный. Учитывая значение, придаваемое его идеям сегодня, остается только заключить, что Башелье просто опередил свое время. Вскоре после смерти Башелье его

* Это письмо приводят Курто и Кабанова (2002 г.).

** Должно быть, это труд Башелье 1941 г. Версия истории, которую я здесь излагаю, взята у Такку (2001 г.). Она основана на написанных в тот же период заметках на экземпляре работы Башелье (1941 г.) Леви. Сам Леви в значительно более позднем письме Бенуа Мандельброту вспоминает немного другую историю: он встретил ссылку на Башелье у Колмогорова в 1931 году и сразу же вернулся к работе Башелье. Однако наличие работы 1941 года с аннотациями Леви, касающимися последних сверок, предполагает, что память изменила Леви. Подробнее о Леви см. Биографическую справку в работе Мандельброта (1982 г.).

идеи выплыли в трудах Самуэльсона, его учеников, других ученых, которые, как и Башелье, пришли в экономику из других областей знания: математика Бенуа Мандельброта и астрофизика М. Ф. М. Осборна. Перемены начались в академическом, финансовом мире, они принесли новым провидцам такое признание, какое Башелье не снилось.